

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI SUNGAI WAY
KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi**

Oleh
**LESTARI RAMADINI
NPM. 1511060083**

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H / 2019 MASEHI**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI SUNGAI WAY
KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi**

Oleh
**LESTARI RAMADINI
NPM. 1511060083**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Nurhaida Widiani, M. Biotech
Pembimbing II : Suci Wulan Pawhestri, M. Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H / 2019 MASEHI**

ABSTRAK

Pencemaran sungai merupakan masalah lingkungan yang kerap terjadi. Aktivitas masyarakat sekitar diduga kuat penyebab terjadinya pencemaran. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos dan tingkat pencemaran air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan 3 indikator yaitu makrobentos sebagai indikator biologi, indikator fisika meliputi kecerahan, kedalaman dan suhu serta indikator kimia meliputi BOD, COD dan DO. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dan setiap stasiun memiliki 3 plot dengan metode *line transek*. Dari hasil penelitian, makrobentos yang ditemukan berasal dari 2 kelas yaitu kelas *Gastropoda* terdiri dari famili *Lymnaeidae* dan *Physidae* serta kelas *Oligochaeta* yang masuk kedalam famili *Tubificidae*. Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh berkisar $H' = 0,58-1,04$, nilai indeks menunjukkan keanekaragaman hewan masih tergolong sedang dengan keseragaman tidak merata ($E=0,85-0,96$) dan dominansi yang terjadi tergolong sedang ($C=0,30-0,60$). Hasil pengukuran fisika, setiap stasiun memiliki suhu $26,5^{\circ}\text{C}$ dengan kecerahan dan kedalaman berkisar 0,16 m-0,29 m. Hasil pengukuran indikator kimia pH sebesar 7, kadar DO sungai berkisar 0,8 mg/l -0,9 mg/l, kadar BOD sungai berkisar 18,5 mg/l-47 mg/l, kadar COD berkisar 46 mg/l-82 mg/l. Hasil indikator fisika dan kimia disesuaikan dengan baku mutu air PP No.82 2001, dimana hasil indikator fisika masih sesuai dengan kriteria baku mutu air, indikator kimia untuk pH menyatakan kondisi sungai masih sesuai dengan baku mutu air, DO, BOD dan COD menyatakan kondisi sungai tidak sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Perbedaan ini dikarenakan indikator fisika dan kimia merupakan indikator jangka pendek yang mudah berubah karena faktor alam.

Kata Kunci : *Sungai Way Kedamaian, Makrozoobentos, Pencemaran Sungai*

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lestari Ramadini

NPM : 1511060083

Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung**” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 2019

Penulis,

Materai Rp.6000,-

Lestari Ramadini

NPM. 1511060083



KEMENTERIAN AGAMA

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmih Sukarame I Bandar Lampung 35131 Telp.(0721)703260

PERSETUJUAN

JUDUL SKRIPSI : KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI SUNGAI WAY KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG.

NAMA : LESTARI RAMADINI

NPM : 1511060083

JURUSAN : PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS : TARBIYAH DAN KEGURUAN

MENYETUJUI

Untuk di Munaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Nurhaida Widiani, M. Biotech
NIP. 198405192011012007

Pembimbing II

Suci Wulan Pawhestri, M.Si.
NIP. -

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol. H. Endro Suratmin, Sukarame - Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI SUNGAI WAY KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG”** disusun oleh **LESTARI RAMADINI NPM: 1511060083**, Program Studi Pendidikan Biologi, Telah di Ujikan dalam Sidang Munaqosyah pada Hari/Tanggal: Jum'at, 1 November 2019, Pukul 08.00-10.00 WIB. Di Ruang Sidang Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

TIM PENGUJI

Ketua Sidang

: Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M. Pd. (.....)

Sekretaris

: Mahmud Rudini, S. Pd., M. Si. (.....)

Penguji Utama

: Marlina Kamelia, M. Sc. (.....)

Penguji Kedua

: Nurhaida Widiani, M. Biotech. (.....)

Pembimbing

: Suci Wulan Pawhestri, M.Si. (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.
NIP. 196408281988032002

MOTTO

وَاتَّقُوا اللَّهَ وَيُعَلِّمُكُمُ اللَّهُ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ٢٨٢

Artinya : “Dan bertakwalah kepada Allah; Allah mengajarmu; dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.” (QS. Al Baqarah:282)

PERSEMBAHAN

Alhamdullillahirabbil'alamiin,

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberi nikmat dan karunia-

Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya persembahkan skripsi

ini sebagai tanda bakti cinta saya kepada :

1. Kedua orangtua tercinta Bapak Jairo dan Ibu Farida yang tiada lelah memberikan doa, semangat serta kasih sayang kepada saya untuk keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kakak tercinta, Eko Damarullah yang memberi semangat yang tiada henti, motivasi, nasehat dan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Almater kebanggaan saya Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama Lestari Ramadini merupakan putri kandung dari pasangan Bapak Jaino dan Ibu Farida. Penulis lahir pada tanggal 19 Januari 1998 di Kota Bandar Lampung. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara.

Pendidikan pertama yang ditempuh oleh penulis di SDN 2 Sukabumi pada tahun 2003 dan menyelesaikannya pada tahun 2009. Pendidikan kedua, penulis melanjutkan ke MTsN 1 Tanjung Karang pada tahun 2009 dan menyelesaikannya pada tahun 2012. Pendidikan ketiga, penulis melanjutkan ke SMAN 12 Bandar Lampung pada tahun 2012 dan menyelesaikannya pada tahun 2015. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikannya ke perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Pendidikan Biologi pada tahun 2015.

Bandar Lampung, Oktober 2019
Yang Membuat,

Lestari Ramadini

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung dalam rangka memenuhi syarat untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd). Sholawat serta salam tidak lupa dihaturkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi umat muslim.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak kekurangan dan kekeliruan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dan tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Moh. Mukri, M.Ag selaku Rektor UIN Raden Intan Lampung.
2. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Dr. Eko Kuswanto, M.Si dan Fredi Ganda Putra, M.Pd selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi
4. Nurhaida Widiani, M. Biotech selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan motivasi selama penyelesaian skripsi ini.

5. Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberi ilmu selama diperkuliahan
7. Pimpinan perpustakaan pusat dan perpustakaan tarbiyah serta staff karyawan/i UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan banyak bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat tercinta, Putri Irma Nur'amala, S. Pd, Noviana Anggraini, S. Pd, Rini Dwi Rahayu, S. Pd, Laila Fitri Ramadhanti S. Pd, Rosliyana S. Pd, Nurjannah Sholehah S. Pd dan Muna Waroh, S. Pd yang telah mengisi dunia perkuliahanku dengan penuh warna, kegembiraan serta sukacita dan Fauzan Kurniawan, teman berbagi disegala macam tugas perkuliahan.
9. Teman-teman pendidikan biologi angkatan 2015, khususnya kelas Biologi B yang selalu memberi semangat dari masa awal perkuliahan sampai dengan sekarang.
10. Asep Edi Suwandi S. Pd yang selalu membantu dan menemani sampai proses penyelesaian skripsi ini selesai.
11. Sahabat-sabahat tercinta, Faila Sova, S. Pd , Ananda Carerina Kahfi, S.H, Kiki Kurniawati, S. Tr.Kes , Aprilia Widiatama, S. P dan Fatry Sinjia, S. Si.
12. Keluarga KKN 263 Panggung Rejo dan keluarga PPL 57.
13. Tim makrobentos Indah, Hera, Sela dan kak wildan.

Demikian skripsi ini dibuat, semoga Allah memberikan balasan bagi pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Aamiin yaa rabb.

Bandar Lampung,
Penulis

2019

Lestari Ramadini

NPM. 1511060083

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	10
C. Batasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI	11
A. Ekosistem Sungai	12
B. Pencemaran Sungai	16
C. Indikator Biologi	21
D. Indikator Kualitas Air	32
E. Lokasi Sungai Way Kedamaian	36
F. Sumber Belajar Biologi	37
G. Kerangka Pikir	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
A. Waktu dan Tempat	40

B. Alat dan Bahan.....	41
C. Cara Kerja	41
D. Teknik Analisis Data.....	47
E. Diagram Alur Penelitian.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
A. Hasil.....	50
B. Pembahasan	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
A. Kesimpulan	78
B. Saran.....	78

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Standar Baku Mutu Air Menurut PP No. 82 Th. 2001	47
Tabel 3.2 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener	48
Tabel 3.3 Indeks keseragaman Shannon Wiener	48
Tabel 3.4 Indeks Dominansi Simpson	49
Tabel 4.1 Jumlah makrobentos yang teridentifikasi	51
Tabel 4.2 Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi.....	52
Tabel 4.3 Hasil pengukuran indikator fisika.....	53
Tabel 4.4 Pengukuran indikator kimia.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Sungai Memanjang.....	11
Gambar 2.2 Bentuk Sungai Radial.....	12
Gambar 2.3 Bentuk Sungai Paralel.....	12
Gambar 2.4 Bentuk Sungai Komplek.....	13
Gambar 2.5 <i>Lymnaea stagalis</i>	25
Gambar 2.6 <i>Anadara granosa</i>	26
Gambar 2.7 <i>Austrothelphusa transversa</i>	29
Gambar 2.9 <i>Tubifex</i> sp.....	29
Gambar 2.10 Kondisi Sungai Way Kedamaian.....	34
Gambar 3.1 Lokasi Bagian Tengah Aliran Sungai Way Kedamaian.....	38
Gambar 4.1 Famili <i>Lymnaeidae</i>	53
Gambar 4.2 Famili <i>Physidae</i>	54
Gambar 4.3 Famili <i>Tubificidae</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Foto Alat dan Bahan.....	78
2. Lampiran Foto Penelitian.....	82
3. Lampiran Foto Hasil Penelitian Makrobentos.....	86
4. Perhitungan.....	88
5. Lampiran Surat Permohonan Pengadaan Penelitian.....	90
6. Lampiran Surat Peminjaman Alat dan Bahan.....	91
7. Lampiran Hasil Pengujian Air di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air adalah senyawa kimia yang sangat berperan penting bagi makhluk hidup di dunia seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Setiap aktivitas yang dilakukan oleh manusia hampir semuanya membutuhkan air, baik membersihkan diri, memasak, mencuci sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya.¹ Air termasuk sumber daya alam tak terbatas yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa untuk makhluk-Nya. Seiring bertambahnya jumlah populasi manusia, tingginya kebutuhan terhadap air semakin meningkat. Walaupun air sebagai sumber daya alam tak terbatas, akses menuju ke sumber air bersih masih sulit dijangkau bagi beberapa kalangan orang.

Salah satu sumber air yang sering digunakan oleh manusia salah adalah sungai. Sungai merupakan jenis perairan tawar mengalir (*lotik*) yang dapat mengalir terus-menerus ke arah tertentu dan biasanya akan berakhir ke laut.² Sungai mempunyai aliran air dengan kualitas yang dapat berubah dari waktu ke waktu.³ Sungai memiliki 3 bagian diantaranya adalah bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir. Kondisi lingkungan sekitar menyebabkan setiap bagian sungai memiliki aktivitas yang berbeda-beda.

¹ Rukaesih ahmad, *Kimia Lingkungan* (Jakarta: ANDI, 2004), h. 15.

² Yanney Ewusie, *Pengantar Ekologi Tropika* (Bandung: Penerbit ITB, 1990), h. 186.

³ Agus Sutanto dan Purwasih, 'Analisis Kualitas Perairan Sungai Raman Desa Pujodadi Trimurjo Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Pada Materi Ekosistem', *Jurnal Bioedukasi*, Vol. 3 No. 2 (November, 2012), h. 1.

Kualitas air di sungai sangat mempengaruhi kehidupan biota yang tinggal di dalamnya. Mudahnya akses menuju aliran sungai, banyak kegiatan-kegiatan manusia yang memanfaatkan air sungai seperti untuk mandi dan mencuci dengan menggunakan sabun dan detergen dari bahan-bahan kimia. Selain itu, banyak pabrik yang langsung membuang limbah sisa hasil produksinya ke dalam aliran sungai. Hal tersebut apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan pencemaran terhadap air.⁴

Secara fisik, sungai dapat dikatakan tercemar apabila memiliki air yang keruh dan memiliki aroma yang menyengat dan terkadang banyak sampah yang muncul di permukaan air. Kekerusuhan yang terjadi disebabkan oleh adanya tanah liat, lempung bahkan limbah buangan rumah tangga dan industri. Keberadaan kelompok mikroorganisme dari air limbah dalam jumlah besar juga dapat menimbulkan efek keruh pada air.⁵

Tingginya peningkatan jumlah penduduk disuatu wilayah dapat mempengaruhi keadaan lingkungan. Semakin padat penduduk di suatu wilayah, maka aktivitas yang dilakukan semakin banyak dan dampak negatif yang diberikan terhadap lingkungan akan semakin tinggi. Masyarakat biasanya memenuhi kebutuhan hidup mereka dari berbagai kegiatan seperti pertanian, industri dan kegiatan rumah tangga yang akan menghasilkan limbah. Biasanya limbah yang dihasilkan tidak diolah secara bijak, melainkan dibuang secara sembarangan ke wilayah

⁴ Hamdani Rachman, Agus Priyono and Yusli Mardianto, 'Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Di SUB DAS Ciliwung Hulu', *Jurnal Media Konservasi*, Vol 21 No. 3 (2017), 261.

⁵ Arie Herlambang, 'Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol 2 No. 1 (2006), h. 17.

perairan seperti aliran sungai. Penurunan kualitas air disebabkan karena limbah yang masuk tidak sesuai dengan daya dukung sungai.⁶

Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Q.S Ar Rum ayat 41 yang berbunyi sebagai berikut :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ
٤١

Artinya : *“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”*

Ayat diatas menjelaskan bahwa kerusakan yang ada di bumi ini disebabkan oleh manusia. Manusia dijadikan khalifah di bumi oleh Allah SWT untuk menjaga, memelihara serta melestarikan bumi. Namun kenyataannya sering kali manusia menjadi lalai dengan tugasnya. Allah SWT memberikan alam untuk digunakan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, namun dengan sifat keserakahan manusia terhadap alam tanpa adanya pelestarian justru mengakibatkan alam menjadi rusak. Kerusakan yang terjadi pada alam akan menimbulkan kesengsaraan sendiri bagi manusia yang telah merusaknya. Salah satu contoh kegiatan manusia yang dapat merusak alam yaitu membuang sampah sembarangan sehingga dapat menimbulkan pencemaran baik itu udara, air ataupun tanah.

Dalam firman Allah SWT surat Al Baqarah Ayat 12 yang berbunyi sebagai berikut :

⁶ Mahyudin, Soemarno and Tri Budi Prayoga, ‘Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro Di Kota Kepanjen Kabupaten Malang’, *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, (2015), 106.

أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِنْ لَا يَشْعُرُونَ ١٢

Artinya : “Ingatlah, sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar” (QS. Al Baqarah ayat 12)

Sebagaimana sebuah teori yang menjelaskan mengenai dua prinsip dasar hubungan manusia dengan alam yaitu kewajiban menggali dan mengelola alam dengan segala aspek kekayaannya dan manusia sebagai pengelola alam tidak diperkenankan merusak lingkungan, karena pada akhirnya hal itu akan merusak kehidupan umat manusia itu sendiri.⁷

Dalam surat Al Quran menjelaskan bahwa adanya larangan kepada makhluk hidup untuk tidak merusak alam yang senantiasa diciptakan oleh Allah SWT. Larangan tersebut tertulis di dalam surah Al- A’raf ayat 56 yang berbunyi sebagai berikut :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ
٥٦

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al A’raf:56)

Pencemaran air adalah perubahan yang terjadi pada tatanan (komposisi) air yang disebabkan oleh masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain dalam jumlah tertentu sehingga kualitas air menurun atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya.⁸ Pencemaran air tidak hanya berdampak buruk bagi kehidupan biota perairan, melainkan dapat berdampak buruk pula bagi kesehatan masyarakat, karena masyarakat menggunakan air sungai untuk memenuhi

⁷ Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014), h. 37.

⁸ Philip Kristanto, *Ekologi Industri* (Yogyakarta: ANDI, 2002), h. 71.

kebutuhan hidup. Tentu ini menjadi masalah yang sangat serius mengingat bahwa air menjadi salah satu kebutuhan makhluk hidup yang harus terjamin kualitasnya.

Kualitas suatu perairan dapat dilihat dari biota yang dapat hidup di badan air maupun dasar air yang bersifat padat. Komponen biota yang dapat dijadikan indikator untuk mengetahui keadaan suatu perairan adalah komponen biota yang mampu merespon dengan baik sedikit atau banyaknya bahan pencemar yang masuk. Biasanya komponen biota yang tidak toleran terhadap bahan pencemar akan terganggu kemelimpahannya sehingga mengalami penurunan.⁹ Biota yang sering digunakan sebagai indikator untuk melihat kondisi suatu perairan adalah plankton dan bentos. Pemilihan kedua jenis hewan ini dikarenakan, kedua hewan ini memiliki tingkat kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan fisik yang terjadi. Namun, perbedaan dari masing-masing hewan ini terletak pada siklus hidupnya. Pada plankton, hewan ini memiliki siklus hidup yang cukup singkat. Sebaliknya, bentos memiliki siklus hidup yang relatif lama dan kemampuan untuk merespon perubahan lingkungan dapat dilakukan secara terus-menerus. Makrobentos adalah indikator biologi yang terdapat di seluruh bagian sungai yang mampu memberikan gambaran mengenai kondisi perairan bersifat menetap, hidup relatif lama dan bergerak relatif lambat.¹⁰

Sebagaimana firman Allah yang menjelaskan keberadaan hewan air di dalam surat An-Nur ayat 45 sebagai berikut :

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنٍ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنٍ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ٤٥

⁹ Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 71.

¹⁰ Sernando Rizky, Marnix L Langoy dan Deidy Y Katili, 'Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Dalam', *JURNAL MIPA UNSRAT*, (Oktober, 2015), 166.

Artinta : “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.” (QS. An Nur: 45)

Sifat kepekaan makrobentos terhadap perubahan yang terjadi di air, menjadikan makrobentos sebagai petunjuk kondisi suatu kawasan perairan. Selain sebagai petunjuk kualitas air, kontribusi makrobentos juga cukup besar terhadap ekosistem perairan dalam proses mineralisasi sedimen dan siklus material organik serta berperan sebagai penyeimbang nutrisi dalam ekosistem perairan.¹¹ Makrobentos yang memiliki ukuran 3-5 milimeter pada usia dewasa dapat tersaring dengan menggunakan mata saring $1,0 \times 1,0$ mm atau $2,0 \times 2,0$ mm. Makrobentos pada umumnya bersifat epifauna dan infauna. Epifauna mengartikan bahwa makrobentos ini hidup di permukaan substrat seperti, makrobentos pemakan deposit (*deposit feeder*) dan makrobentos pemakan materi organik terlarut (*suspension feeder*). Makrobentos yang hidup di dalam substrat mengartikan bahwa makrobentos tersebut bersifat infauna seperti, makrobentos yang hidupnya di dalam lumpur dengan cara membenamkan diri (*subsurface deposit feeder*) dan makrobentos yang hidup di dalam substrat dengan cara menggali lubang (*burrowers*).¹² Keberadaan substrat menjadi salah satu hal terpenting untuk keberadaan makrobentos. Setiap jenis organisme makrobentos memiliki daya adaptasi yang berbeda-beda terhadap jenis substrat dan kandungan bahan organik yang terdapat di substrat.

¹¹ Andria Oktarina and Tati Suryati, ‘Keanekaragaman Dan Distribusi Makrozoobentos Di Perairan Lotik Dan Lentik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor Sumedang, Jawa Barat’, *Jurnal Bioedukasi*, (April 2015), h. 228.

¹² Sapto Purnomo Putro, *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos Dan Aplikasinya* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014), h. 2.

Tingkat keanekaragaman makrobentos dapat diketahui berdasarkan keanekaragaman, komposisi, kemelimpahan serta distribusi dari makrobentos itu sendiri. Jenis perairan yang belum tercemar dapat dilihat dari penyebaran makrobentos secara merata tanpa ada spesies yang mendominasi. Sedangkan jenis perairan tergolong tercemar dapat dilihat dari penyebaran jenis makrobentos yang tidak merata dan didominasi oleh salah satu jenis spesies makrobentos. Selain indikator biologi, kualitas perairan dapat dilihat dengan menggunakan indikator fisika dan indikator kimia. Indikator fisika meliputi suhu, kecerahan, turbulensi, dan perubahan warna air. Indikator kimia meliputi perubahan pH, oksigen terlarut, dan senyawa-senyawa kimia lainnya.¹³

Penelitian mengenai keanekaragaman makrobentos di wilayah perairan yang telah dilakukan oleh para peneliti menunjukkan bahwa setiap perairan memiliki jenis keanekaragaman makrobentos yang berbeda-beda, sehingga keberadaan makrobentos tersebut dapat mengindikasikan status pencemaran yang dialami perairan tersebut. Salah satu penelitian yang telah dilakukan berlokasi di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakian Palutungan pada tahun 2015 menunjukkan beberapa jenis hasil yang ditemui, diantaranya adalah jenis makrobentos dari Filum *Arthropoda* dan *Platyhelminthes*. Dari Filum *Arthropoda* didapat kelas *Insecta* dan *Arachnida*. Dari Kelas *Insecta* ditemukan Ordo *Coleoptera*, *Decapoda*, *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, dan *Tricladida*. Dari Kelas *Arachnida* ditemukan Ordo *Acari*. Jenis makrobenthos yang paling banyak ditemukan berasal dari Famili Baetidae Species *Baetis Tricaudatus*. Perbedaan

¹³ Ahmad, *Kimia Lingkungan, Ibid.* hal, 17.

jumlah keanekaragaman spesies di setiap lokasi disebabkan oleh suhu, kecepatan arus, substrat dasar.¹⁴

Penelitian selanjutnya mengenai keanekaragaman makrobentos pada tahun 2016 yang berlokasi di Pesisir Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara menunjukkan beberapa jenis makrobentos dari 4 kelas yang berbeda yang telah ditemukan, diantaranya kelas Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta dan Crustacea yang masing-masing ditemukan dalam jumlah yang berbeda disetiap masing-masing stasiun. Adapun kemelimpahan makrobentos yang paling tinggi adalah dari kelas Bivalvia yaitu *Anadara granosa*. Keanekaragaman makrobentos yang rendah mengindikasikan bahwa keadaan perairan di Pesisir Desa Panggung setengah tercemar.¹⁵

Kota bandar lampung merupakan ibu kota dari Provinsi Lampung dengan letak geografis 5° 20' - 5° 30' LS dan 105° 28' - 105° 37' BT dengan luas wilayah 192,19 km². Batas wilayah kota bandar lampung meliputi sebelah utara adalah wilayah Kecamatan Natar Lampung Selatan, sebelah selatan adalah Teluk Lampung, sebelah barat adalah Kecamatan Gedong Tataan dan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran dan disebelah timur adalah wilayah Kecamatan Tanjung bintang.

Kota Bandar Lampung memiliki 23 sungai kecil yang melintas, diantaranya adalah Sungai Way Awi, Sungai Way Penengahan, Sungai Way Simpur, Sungai Way Galih, Sungai Way Kupang, Sungai Way Lunik, Sungai Way Kedamaian,

¹⁴ Zaenal Abidin dan Edi Junaedi Iwan Muhamad Purnama, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakiaan Palutungan', *Jurnal Bioedukasi*, (2015), h. 150.

¹⁵ Nisrina Arifatul Izzah and Efri Roziaty, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara', *Jurnal Bioeksperimen*, (September 2016), h. 143.

Sungai Way Halim, Sungai Way Langkapura, Sungai Way Sukamaju dll. Sungai besar yang terdapat di Kota Bandar Lampung adalah Sungai Way Kuripan dan Sungai Way Kuala.¹⁶

Kota Bandar Lampung dilintasi banyak aliran sungai, salah satu sungai tersebut adalah Sungai Way Kedamaian. Aliran bagian tengah Sungai Way Kedamaian terletak di Jl. Ridwan Rais Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung. Panjang sungai ini mencapai 5 km dengan daerah aliran 337 Ha dan luas badan sungai mencapai 8 meter.

Salah satu bagian wilayah sungai Way kedamaian dijadikan sebagai lokasi penelitian dikarenakan aliran bagian tengah ini dekat dengan pertambangan batu di Gunung Camang dan pemukiman warga. Karena adanya pemukiman warga, banyak kegiatan yang dilakukan seperti mandi, cuci, dan kakus. Hal tersebut menjadi faktor dugaan penyebab terjadinya pencemaran di aliran bagian tengah Sungai Way Kedamaian. Selain itu, ketika terjadi hujan air akan mengalir dari pertambangan batu membawa partikel-partikel pasir ke arah aliran sungai, sehingga hal tersebut menyebabkan terjadinya pendangkalan. Karena kondisi air sungai yang tidak memadai untuk dipergunakan, warga sekitaran sungai hanya memanfaatkan aliran sungai untuk pembuangan limbah rumah tangga.

Keadaan Sungai Way Kedamaian yang dekat dengan pemukiman masyarakat sehingga menjadi kotor, banyak sampah serta sedikitnya informasi data mengenai keberagaman makrobentos yang berada di Sungai Way Kedamaian, maka menjadi

¹⁶ Letak Geografis Kota Bandar Lampung” (Online), tersedia di <http://digilib.unila.ac.id> (14 februari 2019)

latar belakang masalah bagi peneliti untuk melakukan penelitian mengenai keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator biologi kualitas air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Adanya aktivitas masyarakat yang membuang limbah rumah tangga dan sampah serta aktivitas penambangan batu di Gunung Camang
2. Belum teridentifikasi keanekaragaman makrobentos di Sungai Way Kedamaian
3. Belum adanya penelitian tentang tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Kedamaian

C. Batasan Masalah

Adapun Batasan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan di aliran sungai Way Kedamaian Bandar Lampung
2. Parameter yang digunakan meliputi parameter fisika, kimia dan biologi
3. Identifikasi keanekaragaman makrobentos dibatasi sampai tingkat Family

D. Rumusan Masalah

berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana keanekaragaman makrobentos yang terdapat di Sungai Way Kedamaian ?

2. Bagaimana tingkat pencemaran air yang terjadi di Sungai Way Kedamaian

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini untuk :

1. Mengetahui keanekaragaman makrobentos yang terdapat di Sungai Way Kedamaian
2. Mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Kedamaian

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari diadakannya penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti dapat memberi informasi mengenai keanekaragaman makrobentos yang sering dijadikan sebagai parameter biologi dalam melihat kondisi suatu perairan yang terdapat di Sungai Way Kedamaian
2. Bagi masyarakat dapat memberikan informasi mengenai tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Kedamaian
3. Bagi UIN Raden Intan Lampung dapat dijadikan sebagai bahan masukan dibidang kepustakaan tentang keanekaragaman makrobentos dan tingkat pencemaran air yang terjadi di Sungai Way Kedamaian.
4. Bagi peserta didik, dapat dijadikan sumber bahan belajar bagi siswa kelas X pada materi Pencemaran Lingkungan.

BAB II

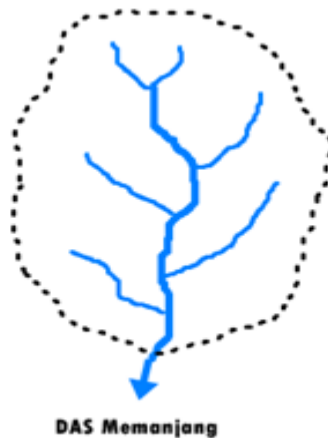
LANDASAN TEORI

A. Ekosistem Sungai

Sungai merupakan jenis perairan tawar mengalir (*lotik*) yang berperan sebagai penampung dan penyalur aliran air dan partikel-partikel lainnya yang dibawa dari bagian hulu hingga hilir dan akan berakhir di laut. Air sungai biasanya akan mengalir dari tempat yang tinggi menuju ke tempat yang rendah, sesuai dengan pola dan bentuk aliran sungai. Terdapat 4 macam bentuk aliran sungai, diantaranya¹⁷ :

1. Bentuk Memanjang

Bentuk terjadi karena Induk sungai dan anak sungai memanjang bersama-sama dan pada akhirnya anak sungai akan langsung masuk ke induk sungai.

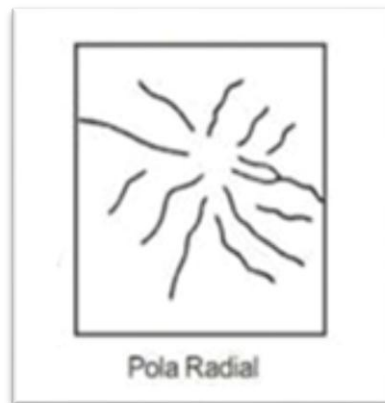


Gambar 2.1 Bentuk sungai memanjang
Sumber : <http://lorenskambuaya.com>

¹⁷ Seowarno, *Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), h. 15.

2. Bentuk Radial

Bentuk ini terjadi diakibatkan arah alur sungai seakan memusat pada satu titik sehingga membentuk radial.

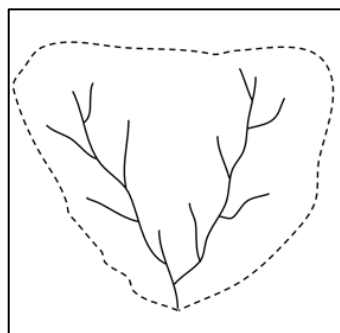


Gambar 2.2 Bentuk sungai radial

Sumber : <https://gudangpustakailmu.com>

3. Bentuk Paralel

Bentuk ini adalah gabungan dari dua sub aliran sungai sehingga disebut dengan bentuk aliran parallel.

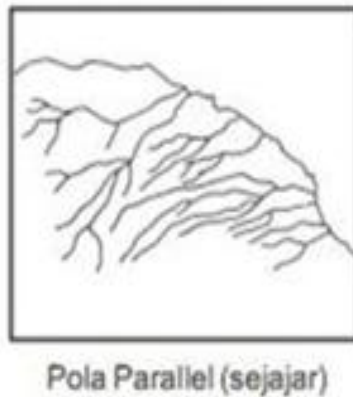


Gambar 2.3 Bentuk sungai Paralel

Sumber : <https://jurnalbumi.com>

4. Bentuk kompleks

Bentuk ini merupakan gabungan dari dua atau lebih aliran sungai



Gambar 2.4 Bentuk sungai Komplek

Sumber : <https://gudangpustakailmu.com>

Air sungai akan mengalir dari bagian satu kebagian lainnya yang memiliki kondisi dan aktivitas yang berbeda-beda. Adapun bagian-bagian sungai tersebut meliputi¹⁸ :

1. Bagian Hulu

Pada bagian ini memiliki daya erosi sangat besar, karena alur sungai melewati daerah pegunungan, perbukitan atau lereng gunung api yang apabila terkena air hujan, maka air akan mengalir membawa partikel-partikel tanah dan akan menyebabkan erosi. Pada bagian ini terdapat arus yang cukup deras dan biasanya memiliki lembah yang curam dengan penampang sungai berbentuk V.

2. Bagian Tengah

¹⁸ Seowarno, *Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air, Ibid.* h. 17.

Pada bagian ini memiliki arus yang sedang, memiliki daya erosi dan pengendapan yang bervariasi dan penampang sungai berbentuk U sehingga daya tampung masih cukup stabil.

3. Bagian Hilir

Pada bagian ini alur sungai berbelok-belok dan pengendapan berasal dari pasir halus sampai kasar, lumpur, endapan organik dan endapan lainnya.

Pada bagian ini mempunyai arus yang cukup lambat karena alur sungai melalui daerah pedataran mempunyai kemiringan dasar sungai yang cukup landai.

Aliran sungai dikelompokkan dalam 4 tahapan, dimulai dari tahap stadium lahir, tahap muda, tahap dewasa dan tahap umur tua. Pada tahap awal yaitu tahap lahir, sungai belum mengalami erosi. Pada tahap muda, sungai akan dibantu oleh aliran air tanah ketika musim kemarau dan pada tahap dewasa, air sungai menjadi lebih dalam dan bersih. Ketika masuk ke tahap sungai tua, kedalaman air akan meningkat sampai dasar geologinya.¹⁹

Sungai merupakan sumber daya alam tak terbatas yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa untuk makhluk-Nya. Sungai memiliki peranan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Selain berfungsi sebagai sumber air bagi manusia, sungai juga menjadi tempat hidup bagi hewan-hewan akuatik. Ekosistem sungai terdiri dari 2 komponen besar yang saling berinteraksi satu sama lain untuk bekerja sama dalam menyeimbangkan ekosistem. Komponen tersebut meliputi komponen biotik dan komponen abiotik. Komponen biotik terdiri dari makhluk

¹⁹ Rukaesih ahmad, *Kimia Lingkungan* (Jakarta: ANDI, 2004), h. 19.

hidup seperti tumbuhan dan hewan, sedangkan komponen abiotik terdiri dari benda-benda tak hidup yang memiliki peran yang sangat penting untuk menunjang keberlangsungan hidup bagi komponen biotik.²⁰ Hewan-hewan akuatik ini dapat memberikan gambaran terkait kondisi perairan yang mengalami perubahan-perubahan secara fisik ataupun fungsional yang disebabkan oleh aktivitas yang dilakukan oleh manusia.

B. Pencemaran Sungai

Pencemaran adalah salah satu permasalahan lingkungan yang banyak terjadi di dunia khususnya di Indonesia. Permasalahan lingkungan yang terjadi secara terus-menerus dan tidak segera diatasi dengan bijak akan menimbulkan dampak yang merugikan bagi makhluk hidup dan alam. Hal ini dikarenakan alam menjadi sumber daya yang memiliki keanekaragaman kebutuhan yang di perlukan oleh makhluk hidup. Pencemaran lingkungan dapat terjadi di perairan, tanah dan udara yang diakibatkan oleh berbagai kegiatan manusia.

Banyaknya kegiatan manusia di bidang industri, pertanian, perkebunan bahkan rumah tangga akan turut menyumbangkan bahan pencemar ke lingkungan. Salah satu pencemaran lingkungan yang sering terjadi adalah pencemaran air. Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius, mengingat air merupakan kebutuhan dasar bagi semua makhluk hidup. Pencemaran air adalah berubahnya tatanan (komposisi) air yang disebabkan oleh masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain dalam jumlah tertentu sehingga kualitas air menurun atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

²⁰ Zoer'aini Djamal Irwan, *Prinsip-Prinsip Ekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2014)., h. 90

Untuk mengantisipasi terjadinya pencemaran air, maka perlu menetapkan baku mutu air sebagai batas kadar yang diperbolehkan bagi suatu bahan pencemar yang masuk kedalam air, sehingga air masih dapat digunakan sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan.²¹ Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan air dan pengendalian pencemaran, air menurut baku mutu dibedakan menjadi 4 kelas, yaitu sebagai berikut peruntukannya, air digolongkan menjadi 4 macam, yaitu sebagai berikut²²:

1. Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

²¹ Philip Kristanto, *Ekologi Industri* (Yogyakarta: ANDI, 2002), h. 71.

²² Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 'Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air', 2001, h. 4.

Pembagian kelas ini didasarkan pada peringkat (gradasi) tingkatan baiknya mutu air dan kemungkinan kegunaannya. Tingkatan mutu air kelas satu merupakan tingkatan yang terbaik. Secara relatif, tingkatan mutu air kelas satu kualitasnya lebih baik daripada kelas dua dan seterusnya. Air dikatakan tercemar menurut PP No. 82 Tahun 2001 pasal 14 ayat 1 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran Air, apabila mutu air tidak sesuai dengan standar baku mutu air yang telah ditetapkan dan air dikatakan baik kualitasnya apabila mutu air sesuai dengan standar baku mutu air yang telah ditetapkan.

Air dikatakan tercemar apabila terdapat perubahan yang dapat di amati secara fisika, kimia dan biologi. Pengamatan secara fisis dengan melihat tingkat kejernihan air, perubahan suhu, warna, bau dan rasa. Pengamatan secara kimia dapat dilihat dari perubahan derajat keasaman (pH) serta adanya zat-zat kimia yang terlarut di dalam air. Pengamatan secara biologi dapat dilihat dari keberadaan hewan-hewan akuatik yang sensitive terhadap keberadaan bahan pencemar.

Sungai menjadi salah satu tempat pencemaran air yang sering terjadi di Indonesia. Sumber pencemaran di duga kuat berasal dari limbah domestik dan limbah non domestik yang masuk ke dalam lapisan air tanah. Bahan pencemar yang masuk ke dalam ekosistem perairan dapat bersifat racun, karsinogenik, patogenik dan radioaktif yang sangat berbahaya. Sebagian bahan pencemar tersebut dapat di degradasi oleh mikroorganisme, namun beberapa jenis bahan pencemar tidak dapat diuraikan sehingga hal tersebut dapat membahayakan

ekosistem sungai. Bahan pencemar dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu²³ :

1. Bahan buangan padat

Bahan buangan padat ini pada umumnya berbentuk butiran kasar maupun halus. Bahan buangan padat terbagi dalam 3 kelompok, yaitu dapat melarut, dapat membentuk koloid dan tidak dapat melarut. Bahan buangan padat yang dapat melarut akan menyebabkan konsentrasi bahan pencemar akan semakin meningkat. Bahan buangan padat yang membentuk koloid akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga akan mengganggu proses fotosintesis air dan dapat mengurangi kelarutan oksigen di dalam air. Pendangkalan yang terjadi di sungai akibat dari bahan buangan padat yang tidak dapat larut.

2. Bahan buangan organik

Bahan pencemar ini dapat diuraikan oleh mikroorganisme, namun apabila bahan pencemar masuk terlalu banyak akan meningkatkan jumlah dan aktivitas dari mikroorganisme, sehingga yang dikhawatirkan air akan terkontaminasi pula dengan bakteri patogen yang berbahaya bagi kesehatan apabila air dikonsumsi oleh manusia.

3. Bahan buangan anorganik

²³ Manihar Situmorang, *Kimia Lingkungan* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017), h. 63.

Bahan pencemar ini biasanya berasal dari limbah-limbah industri logam industry logam dan industry lainnya. Bahan buangan anorganik ini akan merusak ekosistem air.

4. Bahan buangan cair berminyak

Bahan pencemar ini sangat berbahaya, karena bahan pencemar ini dapat meracuni hewan-hewan akuatik yang hidup di dalam air. Selain berbahaya bagi hewan-hewan akuatik, jenis bahan pencemar ini akan menghalangi masuknya oksigen ke dalam air dan proses fotosintesis air akan terganggu karena cahaya matahari akan terhalang oleh lapisan minyak yang berada di permukaan air.

Pemukiman penduduk di bantaran sungai menjadi salah satu faktor terjadinya pencemaran sungai. Selain dapat menyebabkan banjir karena terjadinya penyempitan sungai, kegiatan penduduk di bantaran sungai seperti mandi, cuci dan kakus (MCK) dan pembuangan sampah secara sembarangan akan turut menyumbang limbah ke aliran sungai. Kurangnya kesadaran dalam pengolahan limbah dengan baik, akan menyebabkan limbah menjadi menumpuk. Penumpukan limbah di sungai akan menyebabkan kualitas air dari bagian hulu hingga hilir akan berubah dan tidak sesuai lagi dengan peruntukannya. Masyarakat akan mengalami kerugian karena air sungai tidak lagi dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kebutuhan sehari-hari. Selain itu, penumpukan limbah akan mengganggu

ekosistem hewan akuatik dan menyebabkan kemelimpahan suatu spesies yang hidup di sungai akan mengalami penurunan bahkan hilang.²⁴

Pengolahan limbah harus ditangani dengan tepat di setiap bagian sungai. Pengolahan limbah dibagian hulu menjadi aspek penting yang harus dilakukan dengan tepat, karena apabila limbah tidak ditangani dengan tepat, maka limbah akan mengalir ke bagian tengah dan akan terjadi penumpukan di bagian hilir sungai.

C. Indikator Biologi

Perubahan kualitas air di perairan disebabkan oleh adanya perubahan indikator kualitas air. Salah satu indikator untuk melihat kualitas air adalah indikator biologi. Indikator biologi yaitu indikator yang memanfaatkan hewan sebagai petunjuk untuk mengetahui kondisi air di suatu perairan. Banyaknya jenis keanekaragaman hayati yang berada di Indonesia yang meliputi flora dan fauna, dapat dimanfaatkan sebagai indikator biologi untuk melihat kondisi dari suatu ekosistem.²⁵ Salah satu fauna yang dapat digunakan sebagai indikator biologi adalah fauna yang hidup di air. Hewan air dijadikan sebagai indikator kualitas air karena memiliki pergerakan serta masa hidupnya relatif lama, sehingga dapat mendominasi suatu wilayah tertentu dan bersifat menetap.²⁶ Kehadiran hewan-hewan air ini dapat berkorelasi dengan keadaan lingkungan yang cenderung

²⁴ Nur El Fajri, 'Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau Dari Sifat Fisik Kimia Dan Makrozoobentos', *Jurnal Perikanan Terubuk*, (2013), h. 2.

²⁵ Amanda Apriliano,dkk , 'Keanekaragaman Burung Di Kampus Uin Raden Intan Lampung', *Biosfer Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, Vol 9 No. 2 (2018), h. 1.

²⁶ Yoga Prayan A, Bambang Suharto dan J Bambang Rahadi W, 'Analisa Kualitas Perairan Sungai Klintar Nganjuk Berdasarkan Parameter Biologi (Plankton)', *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, (2015), h. 37.

berubah-ubah sesuai keadaan alam ataupun akibat aktivitas yang dilakukan manusia. Adapun hewan-hewan yang dijadikan sebagai indikator biologi untuk melihat kualitas perairan adalah phytoplankton, zooplankton, bentos dan nekton.

Dari jenis-jenis hewan tersebut, hewan yang sering digunakan adalah bentos dan plankton. Plankton dijadikan indikator biologi khususnya jenis fitoplankton karena jenis hewan-hewan ini memiliki siklus hidup yang pendek, namun cepat dalam merespon perubahan yang terjadi pada lingkungan. Selain itu, fitoplankton adalah hewan penghasil bahan organik dan oksigen yang dihasilkan melalui fotosintesis.²⁷

Bentos yang cenderung hidup menetap di suatu wilayah memiliki kesensitifan terhadap perubahan lingkungan yang dapat berpengaruh pada komposisi atau kemelimpahannya.²⁸ Kehadiran bentos dalam toleransi yang tinggi mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang buruk, begitu pun sebaliknya. Jika bentos dalam toleransi yang rendah mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang baik. Penggunaan bentos sebagai indikator biologi bukan hal yang baru di dalam dunia penelitian, karena bentos mampu merespon dengan cepat terhadap bahan-bahan pencemar di dalam suatu perairan, sehingga informasi yang diberikan lebih tepat dibandingkan pengukuran dengan indikator fisika dan kimia.²⁹

²⁷ Sinta Ramadhania, Putri Maresi dan Etyun Yunita, 'Fitoplankton Sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan Di Situ Bulakan Kota Tangerang', Vol 8 No. 2 (Oktober 2015), h. 113.

²⁸ Revis Asra, 'Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Dari Kualitas Air Di Sungai Kumpeh Dan Danau Arang-Arang Kabupaten Muaro Jambi', *Jurnal Biospecies*, Vol 2 No. 1 (Januari, 2009), h. 24.

²⁹ Asra 'Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Dari Kualitas Air Di Sungai Kumpeh Dan Danau Arang-Arang Kabupaten Muaro Jambi, *Ibid*, h. 25.

Hewan bentos dapat dipisahkan dari sedimennya berdasarkan ukuran tubuh dengan menggunakan alat saringan. Bentos berdasarkan ukuran tubuh dibedakan atas³⁰ :

- a. Makrobentos, kelompok bentos dengan ukuran $> 1,0$ mm
- b. Mesobentos, kelompok bentos dengan ukuran $0,1$ mm- $1,0$ mm
- c. Mikrobentos, kelompok bentos dengan ukuran $< 0,1$ mm

1. Makrobentos

Makrobentos adalah salah satu organisme penting dalam ekosistem, Makrobentos berperan sebagai biota kunci dalam jaring makanan karena kehadiran makrobentos sebagai *suspension feeder*, *detritivor*, predator ataupun hidup sebagai parasit., berperan dalam proses mineralisasi sedimen dan siklus material organik serta sebagai penyeimbang kondisi nutrisi lingkungan. Makrobentos umumnya hidup menetap (*sesile*) di dasar perairan dengan pergerakan yang terbatas sehingga memiliki kemampuan untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Selain itu, makrobentos memiliki siklus hidup yang lama.³¹

Makrobentos memiliki ukuran 3-5 milimeter pada usia dewasa dapat tersaring dengan menggunakan mata saring $1,0 \times 1,0$ mm atau $2,0 \times 2,0$ mm. Berdasarkan tempat hidupnya, makrobentos dapat bersifat epifauna dan infauna. Epifauna

³⁰ C. M Laili, *Biological Oceanographi: An Introvtion*, T. R. Parsons (New York: Pargamon Press, 1993), dikutip oleh Dahlia Rosmelina Simamora "Skripsi: Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing" (2009), h. 6.

³¹ Aqil Mushthofa, Max Rudolf Muskananfolo dan Siti Rudiyaniti, 'Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak', *Jurnal Of Maquares*, Vol. 3 No. 3 (2014), h. 82.

mengartikan bahwa makrobentos ini hidup di permukaan substrat dan makrobentos yang hidup di dalam substrat mengartikan bahwa makrobentos tersebut bersifat infauna.³² Makrobentos memiliki kepekaan terhadap perubahan kualitas air yang disebabkan oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah bahan pencemar.

Berdasarkan kepekaan terhadap bahan pencemar, makrobentos dapat di klasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu³³:

1. Jenis intoleran

Jenis bentos ini hanya dapat hidup di wilayah perairan yang belum tercemar atau tercemar ringan, karena memiliki toleransi rendah terhadap bahan-bahan yang masuk ke dasar air.

2. Jenis toleran

Jenis bentos ini pada dasarnya mampu hidup di perairan yang tercemar berat dengan kepadatan yang tinggi karena memiliki daya toleran yang tinggi terhadap bahan-bahan pencemar.

3. Jenis Fakultatif

Jenis bentos ini mampu hidup dengan daya toleran yang sedang terhadap bahan pencemar sehingga bentos dapat hidup dan berkembang dalam kondisi air tercemar sedang hingga berat sekalipun

Berdasarkan cara makannya, makrobentos dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu³⁴:

³² Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 101.

³³ Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, *Ibid.* h. 102.

1. *Deposit feeder*, jenis bentos ini pada umumnya mengambil makanan dengan cara langsung masuk ke dalam substrat. Polychaeta yang hidup di dalam lumpur menjadi salah satu organisme *deposit feeder*
2. *Filter feeder*, jenis bentos ini mengambil makanan melalui penyaringan air. Molusca dan Bivalvia adalah contoh organisme air yang menggunakan *filter feeder* dalam mencari makan.

Keberadaan substrat sangat penting bagi organisme makrobentos. Perubahan substrat dapat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrobentos. Substrat yang kaya akan kandungan organik dapat mendukung pertumbuhan makrobentos, karena substrat organik ini menjadi bahan makanan bagi makrobentos. Setiap sejenis organisme makrobentos memiliki daya adaptasi yang berbeda-beda terhadap jenis substrat dan kandungan bahan organik yang terdapat di substrat. Seperti contoh spesies *Faunus ater* dan *Glaucanome* yang menyukai substrat berpasir halus.³⁵ Selain substrat faktor lainnya yang dapat berpengaruh adalah tingkat kompetisi yang terjadi, adanya predator pemakan bentos, dan tingkat produktivitas primer.

Makrobentos layak dijadikan organisme biomonitoring, karena memiliki deversitas yang tinggi dibanding hewan akuatik lainnya. Selain itu, organisme ini dapat memonitor dalam berbagi tipe tekanan seperti tekanan dari polutan bahan organik, logam berat, degradasi hydromorphologi, pengkayaan nutrisi, asidifikasi

³⁴ Setyobudiandi, *Makrozoobentos* (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 1997), dikutip oleh Yuyun Dhorojah, "Skripsi: Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Di Ekosistem Perairan Rawapening Kabupaten Semarang" (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2015), hal. 10.

³⁵ Razky Yatul Sidik, Irma Dewiyanti dan Chitra Octavina, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, (Mei, 2016), h. 295.

dan tekanan. Selain memiliki respon yang kuat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, ada beberapa keuntungan yang menjadikan makrobentos sebagai indikator kualitas air, diantaranya yaitu³⁶ :

1. Distribusi makrobentos tersebar luas dari wilayah hulu hingga hilir sungai
2. Hidup yang menetap dengan mobilitas yang terbatas memudahkan dalam pengambilan sampel
3. Makrobentos memiliki ukuran yang relatif besar sehingga tidak menyulitkan dalam mengidentifikasi
4. Perubahan kondisi lingkungan di perairan sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrobentos.

2. Komposisi Makrobentos

Pada dasarnya organisme makrobentos yang hidup di perairan tawar terdiri atas *Mollusca*, *Insecta*, *Crustacea* dan *Oligochaeta*.

a. *Mollusca*

Mollusca adalah jenis hewan bertubuh lunak yang telah hidup sejak periode Cambrian. Telah ditemukan lebih dari 100.000 spesies dan 35.000 spesies dalam bentuk fosil. *Mollusca* dapat ditemukan di laut, air tawar dan darat.³⁷

Pada dasarnya *Mollusca* memiliki tubuh lunak dengan bentuk tubuh simetri bilateral dan terbungkus cangkang yang terbuat dari zat kapur hasil

³⁶ Dyah Muji Rahayu, dkk 'Penggunaan Makrozoobentos Sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisadane" , *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol 20 No. 1 (2015), h. 285.

³⁷ Sugiarti Suwignyo, dkk, *Avertebrata Air Jilid 1* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2005), h. 123.

dari sekresi. Saluran pencernaan lengkap, alat pernafasan berupa insang atau ctenidia, beberapa jenis menggunakan paru-paru atau keduanya. Alat gerak berupa kaki yang besar dan datar dengan banyak kalenjar lender dan cilia.³⁸

1. Kelas *Gastropoda*

Gastropoda merupakan kelas dari Filum *Mollusca* yang paling tinggi menduduki berbagai macam habitat. Biasanya hewan *Gastropoda* memiliki kepala jelas lengkap dengan tentakel dan mata, memiliki cangkang berbentuk kerucut spiral yang terdiri atas 4 lapisan, alat pernafasan berupa insang, paru-paru atau keduanya. *Gastropoda* memiliki alat kelamin jantan dan alat kelamin betina atau hermafrodit.³⁹

Contoh spesies dari kelas *Gastropoda* adalah *Helix aspersa*, *Fissurela sp.*, *Heleotis sp.*, *Tegoda sp.*, *Lymnaea javanica*.⁴⁰

Berikut adalah gambar dari salah satu spesies kelas *Gastropoda* :

³⁸ Suwignyo, dkk, *Avertebrata Air Jilid 1, Ibid.* h. 125.

³⁹ Mukayat Djarubito Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar* (Jakarta: Erlangga, 1989), h. 112.

⁴⁰ Ira, Rahmadani dan Nur Irawati, 'Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara', *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, (Februari, 2014), h. 266.



Gambar 2.5 *Lymnaea stagalis*
Sumber : plantsam.com

2. Kelas *Pelecypoda*

Kelas *Pelecypoda* adalah kelas dari filum Mollusca berkatup dua. Hidup di perairan laut dan perairan tawar, biasanya dapat dijumpai di dasar perairan yang berlumpur atau berpasir. Dan beberapa jenis dapat di jumpai pada substrat keras seperti batu, kayu atau lempung. Memiliki dua cangkang yang saling mengapit dengan bentuk pipih, mantel berbentuk lebar dan tipis yang berada di bawah cangkang. *Pelecypoda* memiliki alat pernafasan berupa insang.⁴¹ Contoh spesies dari kelas *Pelecypoda* adalah *Anodonta sp.* *Mytelus sp.* *Buccinus sp.*⁴²

Berikut adalah gambar dari salah satu spesies kelas *Pelecypoda* :

⁴¹ Suwignyo, dkk *Avertebrata Air Jilid 1, Ibid.* h. 145.

⁴² Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar, Ibid.* h. 115.



Gambar 2.6 *Anadara granosa*
Sumber : www.dec.ny.gov

b. *Insecta*

Kelas *Insecta* adalah satu-satunya kelompok avertebrata yang memiliki sepasang sayap dan bisa terbang. Jumlah dari kelas ini dapat mencapai hingga beberapa juta spesies. Beberapa spesies *insecta* dapat hidup di air tawar, terutama pada fase muda dari proses metamorfosisnya. Tubuh dari kelas *insecta* dapat dibagi menjadi 3 bagian, diantaranya bagian kepala, bagian dada dan bagian perut. Kelas *insecta* termasuk ke dalam Filum Arthropoda karena tubuhnya bersegmen-segmen. Kepala dilengkapi sepasang antenna dengan 3 pasang alat mulut primitive serupa rahang. Pada larva *insekta* air memiliki alat pernafasan berupa insang trakea, sedangkan pada *insecta* dewasa alat pernafasan berupa trakea. Dalam perkembangannya, *insekta* bermetamorfosis dari fase larva, fase pupa, fase imago, dan fase dewasa.⁴³

c. *Crustacea*

Sebagian besar spesies dari kelas *Crustacea* hidup sebagai hewan akuatik. *Crustacea* memiliki tubuh bersegmen yang ditutupi oleh kulit keras terbuat dari zat kitin. Tubuh *Crustacea* dapat dibedakan menjadi

⁴³ Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar, Ibid.* h. 143.

kepala, dada dan perut. Antara kepala dan dada menyatu menjadi satu bagian dan disebut *chepalothorax*. Kepala terdiri atas 4 segmen dengan 2 pasang antenna, satu pasang mandibula dan dua pasang maksila. *Crustacea* memiliki 5 pasang kaki yang terletak di thorax dan dibagian abdomen terdapat 5 pasang swimmeret yang berperan dalam sirkulasi air, memiliki alat pernafasan berupa insang, sistem peredaran darah terbuka. Kelompok *Crustacea* dapat dijumpai di air tawar dan laut.⁴⁴ Kelompok crustacea dibagi atas 5 sub kelas, diantaranya⁴⁵ :

1. *Branchiopoda*, dapat dijumpai di air tawar, memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil, dan tubuhnya semitransparan. Contoh spesies dari sub kelas *Branchiopoda* adalah : *Eubbranchipus vernalis* dan *Daphnia* sp.
2. *Ostracoa*, dapat dijumpai di perairan tawar. Bergerak menggunakan 2 pasang antenna, ukuran tubuh 1 mm. Contoh species dari sub kelas *Ostracoda* adalah *Eucypris virens*
3. *Copepoda*, berhabitat di laut dan di air tawar, memiliki 6 pasang embelam dada. Ukuran tubuh berkisar 1,5 mm sampai dengan 5 mm. Contoh dari sub kelas *Copepoda* adalah *Cyclops viridis*
4. *Cirripedia*, hidup melekat pada jenis substrat yang keras seperti batu, kayu, dan karang dan tubuhnya ditutupi oleh karapak. Contoh dari sub kelas Cirripedia adalah *Lepas fascicularis*

⁴⁴ Adun Rusyana, *Zoologi Invertebrata* (Bandung: Alfabeta, 2013), h. 142.

⁴⁵ Rusyana, *Zoologi Invertebrata, Ibid.* h. 146.

5. *Malacostraca*, memiliki ukuran tubuh yang besar terdiri dari 4 segmen di bagian *chepalus*, 8 segmen di bagian *thorax* dan 6 segmen di bagian abdomen. Contoh spesies dari sub kelas *Malacostraca* adalah *Cambarus bartoni*



Gambar 2.8 *Austrothelphusa transversa*
Sumber : <https://keys.lucidcentral.org>

d. *Oligochaeta*

Oligochaeta adalah kelompok hewan dari filum annelida yang memiliki bentuk kepala yang tidak jelas, dan memiliki setae. Kelas *Oligochaeta* berkembang biak dengan cara hermafrodit. Salah satu contoh spesies dari kelas *Oligochaeta* adalah cacing tanah (*Lumbricus terrestris*). Cacing tanah adalah hewan yang memiliki bentuk tubuh memanjang dengan segmen-segmen yang jelas di permukaan tubuh. Letak mulut berada di ujung anterior, anus terletak di bagian posterior, setiap 4 segmen terdiri atas 4 setae.⁴⁶

⁴⁶ Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar, Ibid.* h.102.



Gambar 2.9 *Tubifex* sp.
Sumber : alchetron.com

D. Indikator Kualitas Air

1. Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika

a. Kecerahan Air

Tingkat kecerahan air dapat dipengaruhi oleh 2 faktor utama yaitu warna dan kekeruhan. Kecerahan air dapat memberikan petunjuk sejauh mana cahaya matahari dapat tembus di dalam air. Cahaya matahari yang masuk menembus air berperan penting bagi mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dari hasil fotosintesis air untuk merombak bahan buangan yang masuk ke air. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air, maka semakin rendah tingkat kecerahan air.⁴⁷

b. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan-hewan akuatik. Hewan-hewan akuatik sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang terjadi. Perubahan suhu di air dipengaruhi oleh interaksi antara suhu udara di permukaan dan suhu dan perairan.

⁴⁷ Halida Nuriya, Zainul Hidayah and Achmad Fachruddin Syah, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Di Perairan Sumenep Bagian Timur Dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5', *Jurnal Kelautan*, Vol 3 No. 2 (Oktober, 2010), h. 133.

Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh perbedaan waktu, lintang, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, kedalaman air. Suhu yang baik untuk hewan akuatik yaitu sekitar 25° C sampai dengan 36° C.⁴⁸

c. Warna dan Kekeruhan Air

Warna dapat menggambarkan kondisi kualitas dari air. Perbedaan warna tergantung dari sifat penyebabnya. Warna pada air dibedakan atas 2 macam, yaitu warna sejati (*true color*) yang berasal dari zat-zat terlarut dan warna semu (*apparent color*) yang berasal dari zat yang tersuspensi membentuk koloid.

Kekeruhan disebabkan oleh adanya sebagian zat yang dapat melarut dan zat yang tidak dapat melarut di dalam air sehingga zat atau partikel-partikel baik berukuran kasar ataupun halus menyebabkan air menjadi keruh. Kekeruhan air dapat menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam air.⁴⁹

2. Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter kimia organik yang berperan dalam faktor pembatas bagi bagi hewan akuatik di suatu perairan. $\text{pH} < 7$ pada perairan menandakan air bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$

⁴⁸ Dafiuddin Salim, Yuliyanto and Baharuddin, 'Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan', *Jurnal Enggano*, Vol 2 No. 2 (September, 2017), h. 221.

⁴⁹ Kristanto, *Ekologi Industri*, *Ibid.* h. 80.

menandakan air bersifat basa. Biasanya air murni akan bersifat netral dengan pH 7.⁵⁰

Air yang tercemar biasanya memiliki pH yang berbeda-beda tergantung pada jenis limbah buangan yang masuk ke dalam air. Air limbah yang berasal dari industri biasanya bersifat asam dengan pH yang rendah. Air yang bersifat basa akan menyebabkan korosi terhadap alat yang terbuat dari besi.

b. *Dissolved Oxygen (DO)*

DO (*Dissolved oxygen*) merupakan oksigen terlarut yang berasal dari hasil fotosintesis tanaman air dan udara yang masuk ke dalam air. Oksigen merupakan senyawa yang dibutuhkan makhluk hidup, seperti hewan-hewan akuatik. Apabila konsentrasi oksigen terlarut dalam kadar yang rendah, maka dapat menghambat aktivitas hewan-hewan akuatik karena oksigen tersebut digunakan untuk proses respirasi. Air sungai yang berarus deras dan jernih memiliki oksigen terlarut dengan kadar jenuh. Namun, kehadiran dari air limbah yang masuk ke dalam air akan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam air tersebut. Hewan-hewan akuatik memiliki dapat bertahan dengan kadar oksigen terlarut yang berbeda-beda. Contohnya ikan-ikan besar di perairan dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 5 ppm (*5 part per million*) , sedangkan ikan-ikan kecil dapat hidup

⁵⁰ Endar Budi Sasongko, Endang Widyastuti and Rawuh Edy Priyono, 'Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 12 No. 1 (Oktober, 2014), h. 78.

dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 2 ppm (2 *part per million*).⁵¹

c. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand atau BOD merupakan jumlah banyaknya oksigen terlarut yang digunakan mikroorganisme dalam menguraikan bahan pencemar yang masuk ke air. Biasanya waktu yang digunakan untuk menentukan jumlah oksigen yang digunakan mikroorganisme adalah 5 hari dengan suhu 20° C. Adanya bahan pencemar akan menyebabkan kandungan oksigen di dalam air menjadi turun dan populasi mikroorganisme meningkat di wilayah penguraian. Apabila bahan pencemar telah di uraikan akan terbentuk zona *terminate* dan akan menjadi zona perbaikan (*recovery*). Pada tahap perbaikan, tingkat populasi mikroorganisme sebagai dekomposer bahan pencemar menurun dan *dissolved oxygen* atau oksigen terlarut akan meningkat sehingga kondisi air akan menjadi normal.⁵²

d. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand atau COD adalah pengujian untuk menentukan jumlah total oksigen yang perlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimiawi. Mikroorganisme akan mengoksidasi bahan-bahan organik menjadi CO₂ dan H₂O₂ dengan bantuan oksidator yang kuat. Oksidator yang biasa digunakan dalam mengoksidasi yaitu kalium dikromat (K₂Cr₂O₇).

⁵¹ Arie Herlambang, 'Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, (2006), h. 18.

⁵² Ahmad, *Kimia Lingkungan*, *Ibid.* h. 109.

E. Lokasi Sungai Way Kedamaian

Sungai Way Kedamaian adalah salah satu anak sungai yang berada di Kota Bandar Lampung. Sungai ini mempunyai panjang 5 km dengan daerah aliran 337 Ha dan luas badan sungai mencapai 7 sampai 8 meter. Wilayah aliran bagian tengah Sungai Way Kedamaian berlokasi di Jl. Ridwan Rais, Kelurahan Bumi Kedamaian, Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung.

Pada wilayah aliran tengah sungai lokasinya dekat dengan pertambangan batu di Gunung Camang dan pemukiman warga, sehingga kegiatan warga tersebut berpotensi mencemarkan air sungai. Pada cuaca normal, debit air sungai stabil dengan banyak tumpukan sampah yang menyangkut di bebatuan. Namun, pada musim penghujan debit air dan arus sungai meningkat. Karena kondisi air sungai yang tidak memadai untuk dipergunakan, warga sekitaran sungai hanya memanfaatkan aliran sungai untuk pembuangan limbah rumah tangga. Ketika terjadi hujan, air akan mengalir dari pertambangan batu membawa partikel-partikel pasir ke arah aliran sungai, sehingga hal tersebut menyebabkan terjadinya pendangkalan.



Gambar 2.10 Kondisi Sungai Way Kedamaian

Sumber : Dokumen Pribadi 2019

F. Sumber Belajar Biologi

Pembelajaran merupakan seperangkat proses yang bersifat internal bagi setiap individu sebagai hasil transformasi rangsangan yang berasal dari peristiwa eksternal di lingkungan individu yang bersangkutan. Dalam usaha mengatur kondisi eksternal, diperlukan berbagai rangsangan yang dapat diterima oleh pancaindra, yang dikenal dengan nama media dan sumber belajar.⁵³ Sumber belajar merupakan salah satu komponen guna untuk mencapai tujuan pendidikan. Pemilihan sumber belajar yang tepat dan sesuai akan memudahkan peserta didik untuk memahami isi materi pembelajaran. Sumber belajar memuat informasi atau ilmu pengetahuan yang dapat dipelajari oleh peserta didik.

Biologi merupakan pelajaran yang memuat hubungan antara makhluk hidup satu dengan yang lainnya. Pembelajaran biologi, tidak hanya dapat dilakukan di ruang kelas, akan tetapi pembelajaran biologi dapat dimaksimalkan dengan pembelajaran di luar kelas agar peserta didik mampu lebih menggali pengetahuan berdasarkan fakta-fakta yang lebih konkrit. Salah satu materi pembelajaran biologi yang dapat dilaksanakan di luar kelas adalah materi pencemaran lingkungan. Materi pencemaran lingkungan merupakan salah satu materi yang harus dikuasai oleh peserta didik kelas X.

Berdasarkan kompetensi dasar yang diharapkan kepada peserta didik yaitu dapat menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan

⁵³ Chairul Anwar, *Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer* (Yogyakarta: Diva Press, 2017), h. 80.

atau pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan, diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber belajar yang relevan bagi peserta didik kelas X untuk mencapai kompetensi dasar pada materi pencemaran lingkungan.

G. Kerangka Pikir

Air adalah senyawa kimia yang sangat berperan penting bagi makhluk hidup di dunia seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Setiap aktivitas yang dilakukan oleh manusia hampir semuanya membutuhkan air. Salah satu sumber air yang sering digunakan oleh manusia salah satunya adalah sungai.

Sebagian sungai yang ada di Indonesia, diduga telah mengalami pencemaran. Tingkat pencemaran yang terjadi bervariasi, dari tercemar ringan hingga tercemar berat. Adanya kegiatan masyarakat seperti mandi, cuci dan kakus serta membuang sampah ke aliran sungai turut menyumbangkan bahan pencemar ke aliran sungai. Pabrik-pabrik yang berada di dekat sungai akan turut menyumbangkan bahan pencemar apabila pabrik tersebut tidak memiliki cara pengolahan limbah dengan tepat.

Wilayah aliran tengah Sungai Way Kedamaian berada di daerah Kedamaian Kota Bandar Lampung. Sungai ini memiliki arus yang stabil dengan kedalaman yang dangkal. Warga sekitaran sungai hanya memanfaatkan aliran sungai untuk pembuangan limbah rumah tangga. Limbah air sabun, detergen bahkan shampo pada dasarnya mengandung bahan-bahan kimia, serta sampah-sampah plastik yang sulit untuk didaur ulang akan langsung masuk ke dalam air. Hal tersebut tentunya akan berdampak pada biota akuatik yang hidup di dalam air sungai

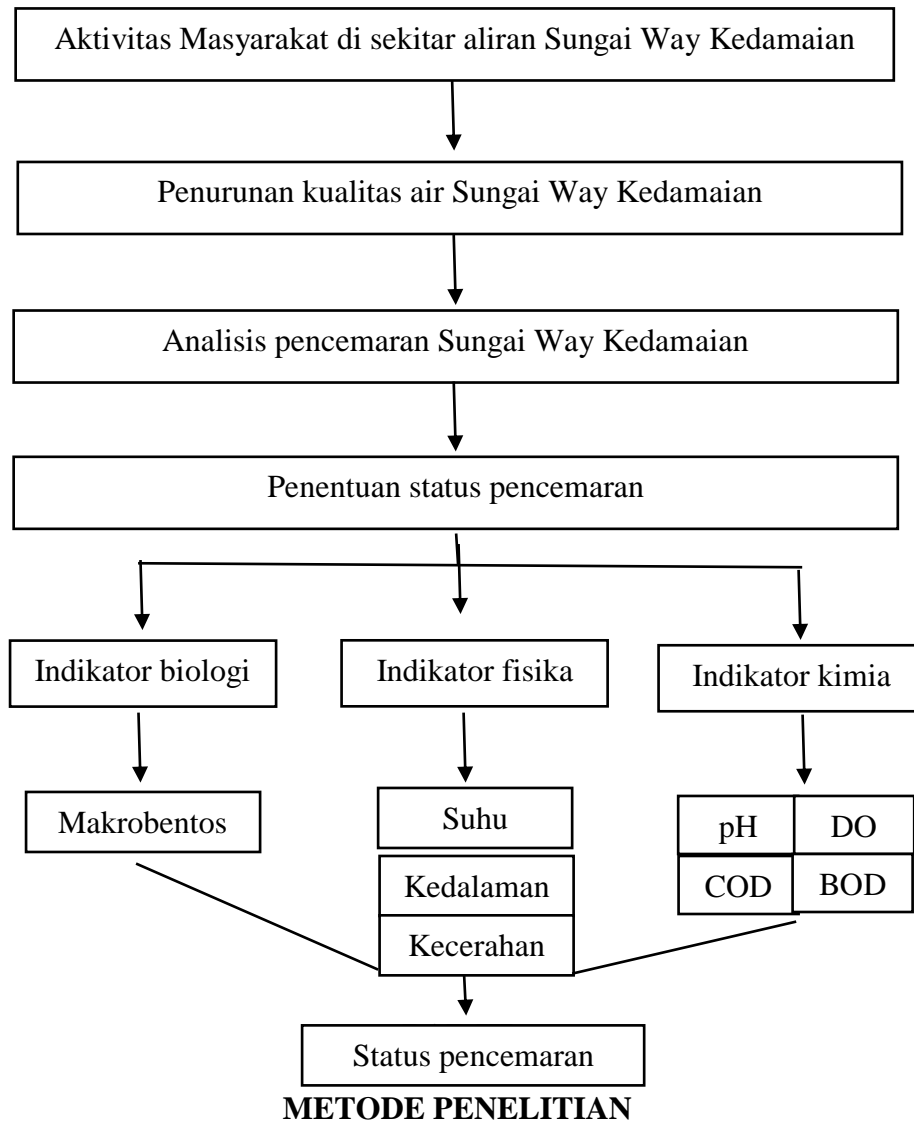
tersebut. Selain itu, air akan mengalami perubahan baik dari segi kualitas, kejernihan, warna dan bau.

Untuk mengetahui suatu sungai mengalami pencemaran atau tidak, dapat dilakukan penelitian dengan mengukur kualitas air menggunakan indikator. Indikator yang biasa digunakan mencakup indikator fisika, kimia dan biologi. Pada pengukuran fisika biasanya meliputi kedalaman, kecerahan, suhu, warna, dan bau. Pengukuran kimia meliputi *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan derajat keasaman (Ph). Pada biologi, biasanya menggunakan makhluk hidup sebagai indikator. Makhluk hidup yang digunakan meliputi tumbuhan air atau hewan air.

Hewan yang biasa digunakan dalam penelitian kualitas air adalah hewan makrobentos. Makrobentos adalah jenis hewan invertebrata yang hidup di dasar perairan. Biasanya hewan ini hidup menetap dan memiliki kepekaan yang terlalu sensitive terhadap perubahan yang terjadi di air. Makrobentos memiliki ukuran yang cukup besar sehingga memudahkan dalam pengidentifikasian. Makrobentos yang paling banyak ditemukan di aliran sungai berasal dari kelas *Gastropoda*, *Pelecypoda*, *Crustacea*, *Oligochaeta* dan larva *Insecta*.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai keanekaragaman makrobentos sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung dengan menggunakan 3 stasiun yang terdiri dari 9 titik lokasi pengambilan sampel.

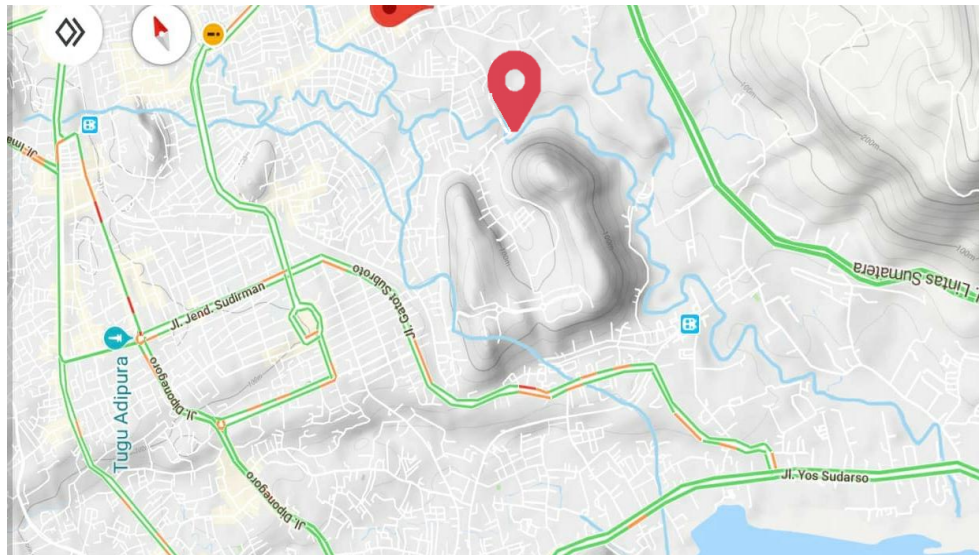
Bagan Kerangka Pikir



A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai September 2019 di wilayah aliran bagian tengah Sungai Way Kedamaian Kota Bandar Lampung. Pengidentifikasian makrobentos dilakukan di Laboratorium Biologi UIN Raden Intan Lampung, pengukuran kualitas air berdasarkan indikator fisika seperti suhu, kedalaman dan kecerahan langsung dilakukan di Sungai Way

Kedamaian dan pengukuran kualitas air berdasarkan indikator kimia seperti DO, BOD dan COD diujikan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Kota Bandar Lampung.



Gambar 3.1 Lokasi Bagian Tengah Aliran Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung Berdasarkan Google Maps 2019

B. Alat dan Bahan

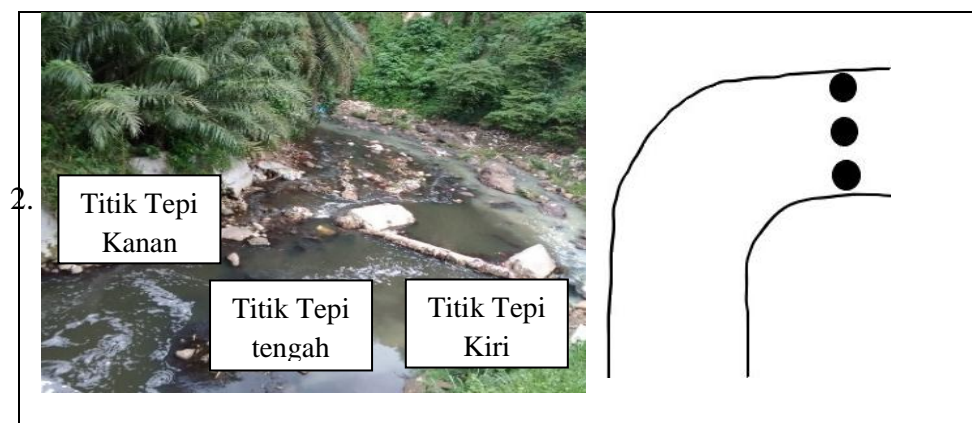
Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi pH meter, penyaring dengan mata saring berukuran 1 mm, paralon, cawan petri, sekop, botol, termometer dengan skala 0° C- 100°C, *sechi disk*, tongkat kayu, mikroskop, toples besar, toples kecil, kertas label, tali raffia, lakban hitam, pinset, alat tulis, kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah formalin 4 % dan ethanol 70 %.

C. Cara Kerja

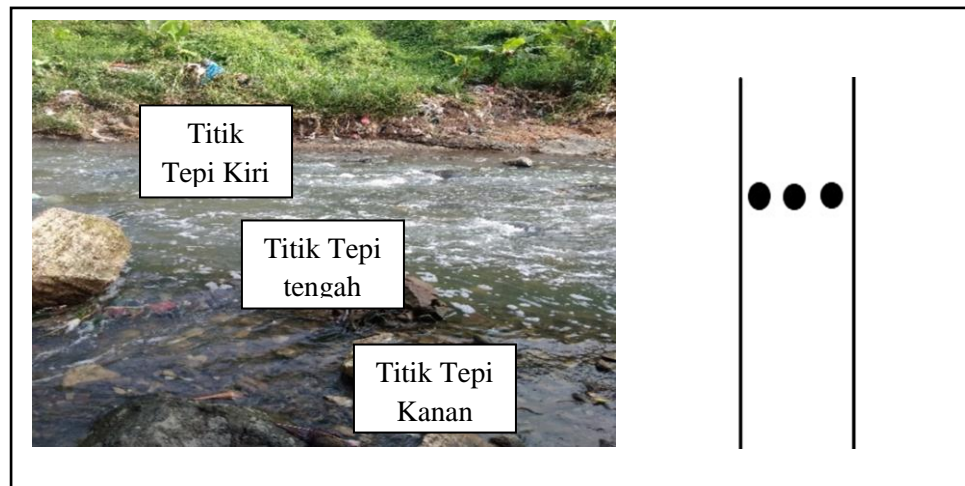
1. Penentuan titik lokasi

Penentuan titik lokasi penelitian di aliran Sungai Way Kedamaian dilakukan dengan menggunakan metode *Line Transect*. Metode ini digunakan untuk mempermudah dalam menentukan titik acuan untuk pengambilan sampel. Penentuan titik lokasi penelitian berdasarkan keadaan lingkungan yang berada di sekitar aliran sungai. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 stasiun. Stasiun pertama lokasinya berdekatan dengan pertambangan batu di Gunung Camang. Stasiun kedua lokasinya berada dekat dengan perkebunan dan stasiun ketiga lokasinya berada di dekat pemukiman warga. Masing-masing stasiun menggunakan 3 titik pengambilan sampel yaitu titik tepi kanan, titik tengah dan titik tepi kiri sungai, sehingga jumlah titik lokasi pengambilan sampel adalah 9 titik.

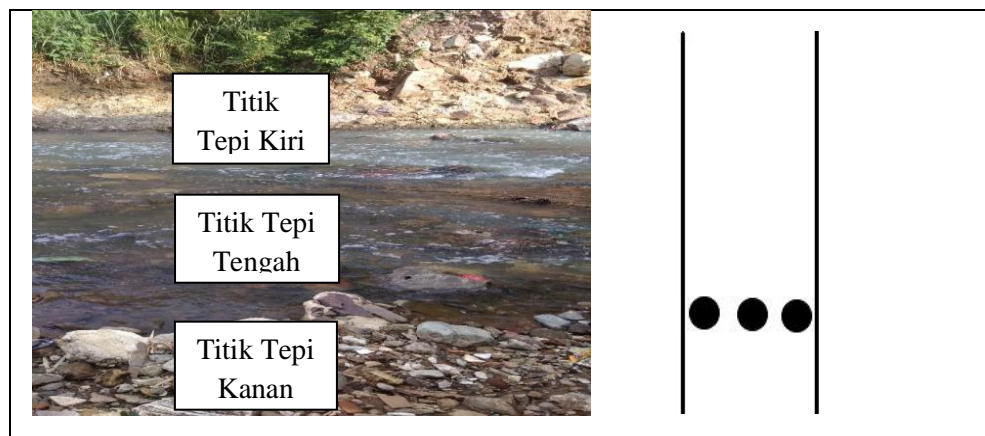
1. Stasiun 1 jarak 100 m pertama



siun 2 jarak 100 m kedua



3. Stasiun 3 jarak 100 m ketiga



4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan indikator biologi, indikator fisika dan indikator kimia.

a. Indikator Biologi

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik pengerukan dasar perairan dengan paralon dan bantuan sekop. Kemudian hasil pengerukan yang diduga terdapat hewan makrobentos dimasukkan

kedalam toples. Setelah itu, sampel yang didapat dimasukkan ke dalam toples dan difiksasi dengan formalin 4% sebanyak 10 tetes. Sampel kemudian dibawa menuju laboratorium. Di dalam laboratorium sampel dikeluarkan dari toples untuk dilakukan pencucian ulang (*rinsing*). Pada saat proses pencucian, sampel diletakkan di atas saringan di bawah air yang mengalir sambil digoyangkan. Sampel makrobentos yang telah bersih dan terbebas dari partikel-partikel dimasukkan ke dalam toples yang berisikan larutan ethanol 70%. Sampel yang sudah siap lalu diidentifikasi menggunakan buku identifikasi hewan avertebrata yang telah disiapkan. Semua tahap kegiatan didokumentasikan.

b. Indikator Fisika

1) Suhu

Suhu air diukur dengan alat thermometer. Thermometer dicelupkan ke dalam air. Hasil yang didapat kemudian dicatat.

2) Kecerahan

Kecerahan diukur dengan alat sechi disk yang disambungkan dengan kayu yang telah diberi ukuran.. *Sechi disk* dimasukkan kedalam sungai lalu diamati sampai sechi disk tidak terlihat lagi. Setelah itu *sechi disk* diangkat dan diukur panjang yang telah tercelup ke dalam sungai dan hasil yang di dapat kemudian di catat.

3) Kedalaman

Kedalaman sungai dapat diukur dengan tongkat kayu yang telah diberi ukuran. Kemudian tongkat kayu dimasukkan kedalam sungai hingga menyentuh dasar sungai dan diusahakan agar tongkat kayu berdiri tegak dan lurus. Ukuran kedalaman sungai dapat dilihat dari tongkat kayu yang terendam air. Ukuran yang tertera pada tongkat kemudian dicatat.

c. Indikator Kimia

1) pH

Pengukuran pH dilakukan dengan kertas lakmus dengan cara dicelupkan kedalam air. Setelah dicelupkan, kertas lakmus diangkat dan dicocokkan dengan indikator pH.

2) DO (*Dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut diukur dengan sampel air sungai yang telah diambil dari 3 stasiun penelitian dan di bawa ke Laboratorium. Air yang digunakan sebagai sampel harus tertutup rapat sehingga tidak ada udara yang masuk. Air sampel yang akan dianalisis ditambahkan MnSO_4 , NaOH dan KI sebanyak 2 ml. kemudian sampel ditutup kembali dan dikocok sampai sampel menjadi homogen dan terdapat endapan. Botol sampel dibuka untuk ditambahkan H_2SO_4 lalu ditutup kembali dan dikocok hingga sampel berubah warna menjadi kuning. Sampel dimasukkan

kedalam labu Erlenmeyer dan ditetaskan amilum sebanyak 2 tetes untuk dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

3) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Pada pengukuran BOD dibutuhkan sampel yang telah diencerkan berdasarkan perhitungan yang dibutuhkan. Alat yang digunakan dalam pengukuran BOD adalah botol Winkler berukuran 150 ml dan 300 ml masing masing 2 buah. Sampel akan dimasukkan kedalam botol Winkler 300 ml dan diinkubasi dengan suhu 20°C selama kurun waktu 5 hari. Sampel yang berada di botol Winkler 150 ml akan dianalisis oksigen terlarutnya dengan ditambahkan larutan mangan sulfat sebanyak 1 ml dan pereaksi oksigen, kemudian botol ditutup, diguncang-guncangkan hingga terdapat endapan menggumpal, lalu ditambahkan asam sulfat pekat sebanyak 1 ml dan dihomogenkan. Sampel yang sudah homogen dimasukkan kedalam erlenmeyer sebanyak 100 ml untuk dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

4) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pada pengukuran COD dibutuhkan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebagai oksidator untuk proses oksidasi yang menghasilkan air dan CO_2 . Selain dikromat, bahan yang digunakan adalah H_2SO_4 , Ag_2SO_4 , dan akuades yang akan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer untuk dipanaskan selama 2 jam. Setelah pemanasan, sisa kalium

dikromat diukur dan dititrasi dengan indikator ferroin sebanyak 3-4 tetes dan menjadi warna merah coklat.

Tabel 3.1
Standar Baku Mutu Air Menurut PP No. 82 Th. 2001

No	Indikator	Standar Baku Mutu Air Menurut PP No.82 Tahun 2001 Kelas IV
1.	Ph	6 sampai 9
2.	DO	3 mg/l
3.	BOD	12 mg/l
4.	COD	100 mg/l

D. Teknik Analisis Data

1. Indeks Keanekaragaman

Indeks menggunakan teori Shannon Wiener untuk mengetahui keanekaragaman pada biota air. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Atau

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Dengan :

H' = Penduga keragaman populasi

P_i = Jumlah individu masing-masing jenis

S = Jumlah jenis

N_i = Jumlah spesies ke- i

Tabel 3. 2
Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener⁵⁴

Indeks Keanekaragaman	Tingkat Keanekaragaman
<1	Keanekaragaman rendah
1-3	Keanekaragaman sedang
>3	Keanekaragaman tinggi

2. Indeks Keseragaman (E)

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Dengan :

S = Jumlah keseluruhan dari spesies

H'_{\max} = Keragaman maksimum⁵⁵

Tabel 3.3
Indeks keseragaman Shannon Wiener⁵⁶

Indeks Keseragaman	Tingkat Keseragaman
<1	Keseragaman rendah
>1	Keseragaman tinggi

5. Indeks Dominansi (C)

⁵⁴ Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 109.

⁵⁵ Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, *Ibid.* h. 110.

⁵⁶ Vivin Alfiana Yulia Pratami, Prabang Setyono dan Sunarto 'Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos Di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur', *Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 2018, h.138.

$$C = \sum p_i^2$$

$$P_i = n_i/N$$

Dengan :

P_i = Jumlah individu masing-masing jenis

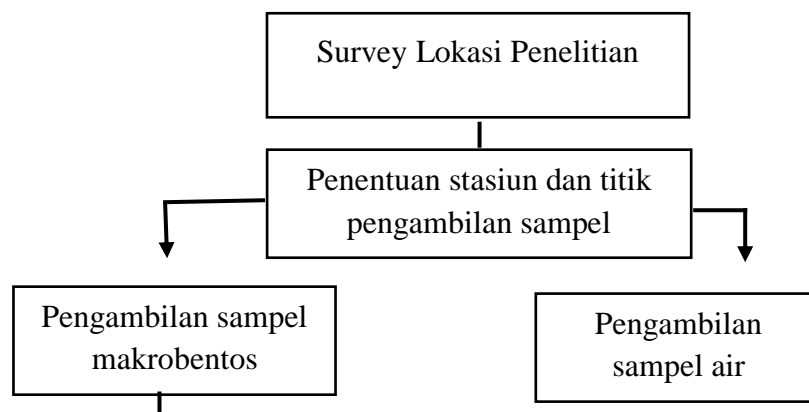
N_i = Jumlah individu spesies ke- i

N = Jumlah seluruh individu spesies⁵⁷

Tabel 3. 4
Indeks Dominansi Simpson⁵⁸

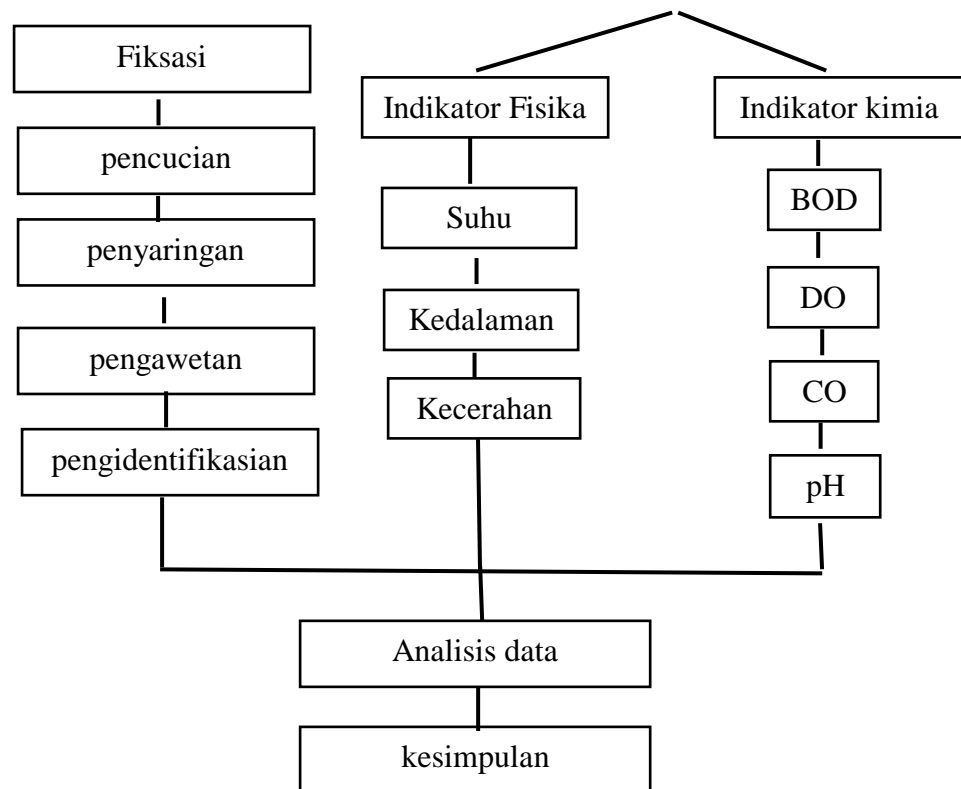
Indeks Dominansi	Tingkat Dominansi
$00,0 < C \leq 0,30$	Dominansi Rendah
$0,30 < C \leq 0,60$	Dominansi Sedang
$0,60 < C \leq 1,00$	Dominansi Tinggi

E. Diagram Alur Penelitian



⁵⁷ Suci Wulan, Jafron W Hidayat and Sapto P Putro, 'International Journal of Science and Engineering (IJSE) Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves', *International Journal of Science*, (April,2015), h. 2.

⁵⁸ Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, *ibid.* h. 111.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Indikator Biologi

Pada penelitian ini, pengukuran kualitas air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung dengan indikator biologi dilakukan di 3 stasiun yang

berbeda. Indikator biologi yang digunakan adalah makrobentos, yaitu biota air yang hidup di dasar perairan. Adapun hasil makrobentos yang berhasil diidentifikasi disajikan dalam tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1
Jumlah makrobentos yang teridentifikasi

Stasiun	Famili			Total individu
	<i>Lymnaeidae</i>	<i>Physidae</i>	<i>Tubificidae</i>	
I	4	6	-	10
II	6	8	4	18
III	2	5	6	13

Berdasarkan data yang telah diperoleh, makrobentos yang berhasil diidentifikasi berasal dari kelas *Gastropoda* yang terdiri atas famili *Lymnaeidae* dan famili *Physidae* dan kelas *Oligochaeta* yang ditemukan berasal dari famili *Tubificidae*. Pada setiap stasiun, jumlah makrobentos yang diperoleh bervariasi. Pada stasiun I, terdapat 4 hewan gastropoda dari famili *Lymnaeidae* dan 4 hewan gastropoda dari famili *Physidae*. Pada stasiun II, ditemukan 6 hewan gastropoda dari famili *Lymnaeidae*, 8 hewan gastropoda dari famili *Physidae* dan 4 hewan oligochaeta dari famili *Tubificidae*. Pada stasiun III, ditemukan 2 hewan gastropoda berasal dari famili *Lymnaeidae*, 5 hewan gastropoda dari famili *Physidae* dan 6 hewan oligochaeta dari famili *Tubificidae*.

Hasil makrobentos yang telah teridentifikasi, kemudian dianalisis untuk mengetahui indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansinya (C). Pada analisis indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman menggunakan indeks Shannon-Wiener sebagai acuan dan

analisis indeks dominansi menggunakan indeks Simpson sebagai acuan. Masing-masing dianalisis menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Adapun hasil yang diperoleh untuk nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi disajikan dalam tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2
Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi

Indeks	Stasiun			Tingkat
	I	II	III	
Keanekaragaman Shannon Wiener (H')	0,58	1,00	1,04	<1 Keanekaragaman Rendah 1-3 Keanekaragaman Sedang >3 Keanekaragaman Tinggi
Keseragaman Shannon Wiener (E)	0,85	0,90	0,96	<1 Keseragaman Rendah >1 Keseragaman Tinggi
Dominansi Simpson (C)	0,60	0,40	0,36	00,0 < C ≤ 0,30 Dominansi rendah 0,30 < C ≤ 0,60 Dominansi sedang 0,60 < C ≤ 1,00 Dominansi tinggi

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, pada masing-masing stasiun memiliki nilai yang bervariasi. Untuk analisis indeks keanekaragaman, pada stasiun I menunjukkan nilai indeks $H' = 0,58$ dan pada stasiun II dan III memiliki nilai indeks $H' = 1,00$ dan $H' = 1,04$. Untuk analisis indeks keseragaman, pada stasiun I menunjukkan nilai indeks keseragaman $E = 0,85$, stasiun II menunjukkan nilai indeks $E = 0,90$ dan stasiun III menunjukkan nilai indeks $E = 0,96$. Untuk analisis indeks dominansi, pada stasiun I menunjukkan nilai indeks $C = 0,6$ stasiun

II menunjukkan nilai indeks $C = 0,4$ dan stasiun III menunjukkan nilai indeks $C = 0,36$.

2. Indikator Fisika

Pengukuran indikator fisika yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi suhu, kedalaman serta kecerahan Sungai Way Kedamaian. Hasil pengukuran indikator fisika disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3

Indikator	Stasiun			Baku Mutu
	I	II	III	
Suhu	26,5°C	26,5°C	26,5°C	38°C
Kecerahan	0,16 m	0,29 m	0,29 m	<6 m
Kedalaman	0,16 m	0,29 m	0,29 m	-

ngukuran indikator fisika

Hasil pengukuran indikator fisika, pada masing-masing stasiun memiliki suhu yang sama, yakni 26,5°C. Pada pengukuran kecerahan dengan menggunakan *secchi disk* pada stasiun I menunjukkan tingkat kecerahan air dapat dilihat maksimum pada ukuran 0,16 m. Pada stasiun II dan stasiun III, tingkat kecerahan air dapat dilihat maksimum pada ukuran 0,29 m. Pengukuran kedalaman pada sungai menggunakan tongkat kayu yang telah

diberi ukuran. Pada stasiun I, kedalaman sungai hanya mencapai 0,16 m dan pada stasiun II dan III kedalaman sungai mencapai 0,29 m.

3. Indikator Kimia

Pengukuran kualitas air Sungai Way Kedamaian pada penelitian ini meliputi pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Hasil pengukuran dari masing-masing indikator disajikan dalam tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4
Pengukuran indikator kimia

Indikator	Stasiun			Standar Baku Mutu Air Menurut PP No.82 Tahun 2001 Kelas IV
	I	II	III	
pH	7	7	7	6 sampai 9
DO	0,65 mg/l	0,85 mg/l	0,70 mg/l	3 mg/l
BOD	30 mg/l	47 mg/l	18,5 mg/l	12 mg/l
COD	82 mg/l	61,4 mg/l	46 mg/l	100 mg/l

Hasil pengukuran pH pada stasiun I, II dan III bernilai sama, yaitu pH= 7, sedangkan pada DO hasil menunjukkan pada stasiun I sebesar 0,65 mg/l, pada stasiun II DO yang didapatkan sebesar 0,85 mg/l dan pada stasiun III DO yang didapat sebesar 0,70 mg/l. Pada stasiun I BOD yang didapat sebesar 30 mg/l, pada stasiun II BOD yang didapat sebesar 47 mg/l dan pada stasiun III didapat BOD sebesar 18,5 mg/l. Untuk pengukuran COD, pada stasiun I didapat sebesar 82 mg/l, pada stasiun II didapat sebesar 61,4 mg/l dan pada stasiun III COD yang didapatkan sebesar 46 mg/l.

Dari data yang di peroleh, disesuaikan dengan Ketetapan Pemerintah No 82 Tahun 2001 mengenai baku mutu air, dimana hasil perolehan data menunjukkan kondisi sungai sudah termasuk ke dalam kelas IV, yaitu air yang diperuntukkan hanya untuk mengairi tanaman.

B. Pembahasan

1. Indikator Biologi

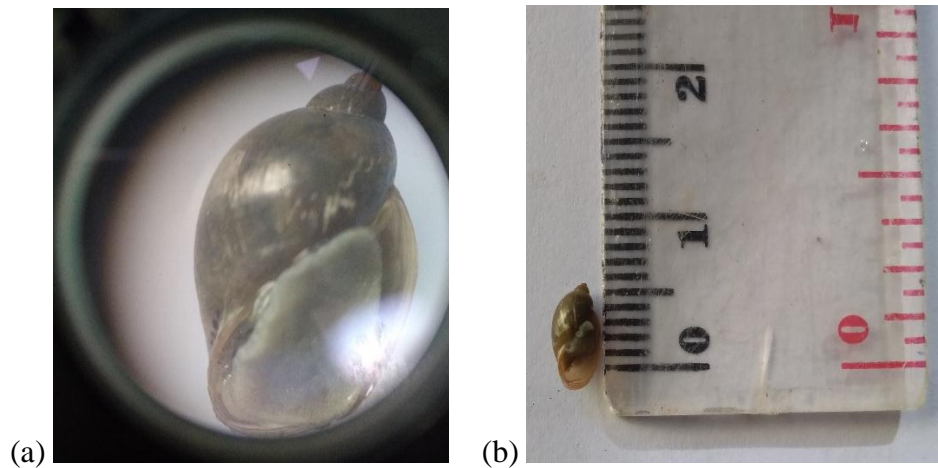
Penggunaan indikator biologi merupakan salah satu cara untuk melihat kondisi suatu perairan. Indikator biologi yang biasa digunakan adalah makrobentos, dikarenakan makrobentos memiliki masa hidup lama dengan lokomosi yang lambat dan hidupnya menetap pada suatu wilayah.⁵⁹ Data makrobentos yang telah ditemukan pada masing-masing stasiun di Sungai Way Kedamaian terdiri dari 2 kelas yang berbeda yaitu dari kelas *Gastropoda* dan kelas *Oligochaeta*. Pada kelas *Gastropoda*, makrobentos yang ditemukan dikelompokkan dalam 2 famili, diantaranya yaitu famili *Lymnaeidae* dan famili *Physidae*. Pada kelas *Oligochaeta* yang ditemukan berasal dari famili *Tubificidae*.

Adapun penjelasan dari masing-masing famili yang didapat sebagai berikut:

1. Famili Lymnaeidae

⁵⁹ Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 102.

Klasifikasi dari hewan gastropoda famili Lymnaeidae adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 a. Lymnaeidae di bawah pengamatan mikroskop

Gambar 4.1 b. Pengukuran Lymnaeidae

Sumber : Dokumen Pribadi

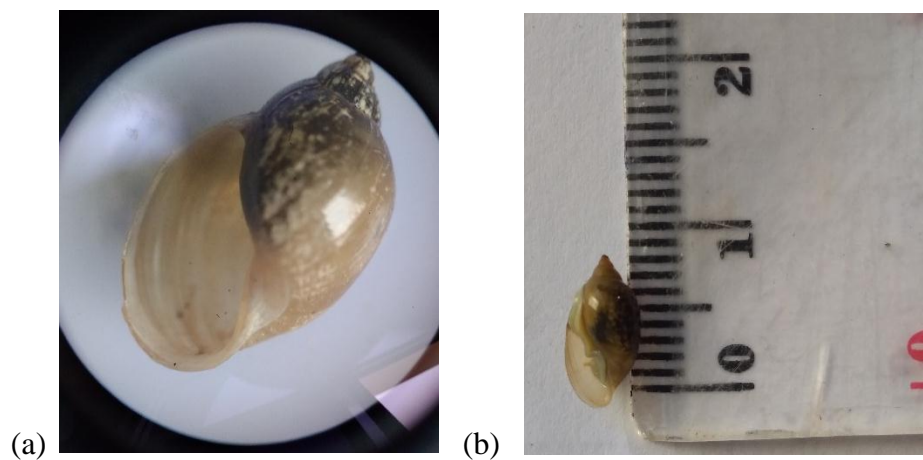
Berdasarkan hasil pengidentifikasian dengan menggunakan buku identifikasi yang berjudul “*Invertebrate Identification Guide*” hewan yang ditemukan berasal dari kelas *Gastropoda*. Ciri morfologi hewan gastropoda ini menunjukkan hewan ini masuk ke dalam famili *Lymnaeidae*. Ciri morfologi yang dimiliki antara lain memiliki bukaan cangkang yang besar berbentuk oval. Ujung cangkang terpilin membentuk kerucut dan cangkang bewarna kuning kecoklatan dan tampak transparan. Ciri khusus yang dimiliki oleh gastropoda famili *Lymnaeidae* adalah bukaan cangkang yang mengarah ke kanan.⁶⁰ Hewan gastropoda ini biasanya berhabitat di air tawar, seperti sungai ataupun danau. Hewan ini sangat menyukai habitat yang cenderung berbatu, karena pada dasarnya

⁶⁰ J.A Easton, Liz Huselid dan Angel Abreu *Invertebrate Identification Guide* (Florida: Florida International University, 2012), h. 10.

hewan ini dapat melekatkan diri pada bebatuan untuk bertahan dari arus air.⁶¹

2. Famili *Physidae*

Klasifikasi dari hewan gastropoda famili *Physidae* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2.a *Physidae* di bawah pengamatan mikroskop

Gambar 4.2.b Pengukuran *Physidae*

Sumber : Dokumen Pribadi

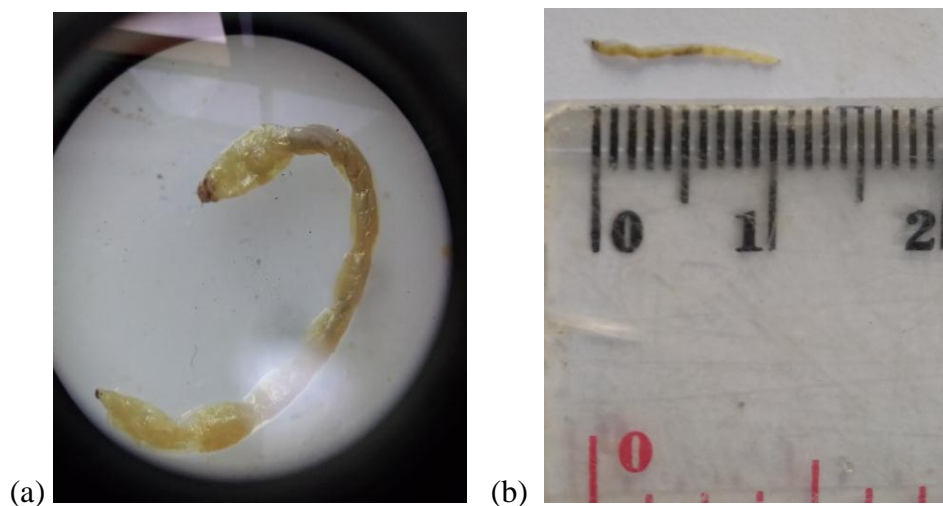
Berdasarkan hasil pengidentifikasian dengan menggunakan buku identifikasi yang berjudul “*Invertebrate Identification Guide*” hewan yang ditemukan berasal dari kelas *Gastropoda*. Ciri morfologi hewan gastropoda ini menunjukkan hewan ini masuk ke dalam famili *Physidae*. Ciri morfologi yang dimiliki antara lain memiliki bukaan cangkang yang besar berbentuk oval. Ujung cangkang terpilin membentuk kerucut dan cangkang bewarna kuning kecoklatan dan hampir transparan. Ciri khusus

⁶¹ Ira, Rahmadani and Nur Irawati, ‘Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara’, *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, (2014), hal. 268.

yang dimiliki oleh gastropoda famili Lymnaeidae adalah bukaan cangkang yang mengarah ke kiri.⁶² Famili *Physidae* merupakan hewan herbivora yang memakan ganggang dan biasanya menempel pada bebatuan untuk bertahan di arus air. Jenis famili ini biasanya berhabitat di air tawar.⁶³

3. Famili *Tubificidae*

Klasifikasi dari famili *Tubificidae* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3.a *Tubificidae* di bawah pengamatan mikroskop

Gambar 4.3.b Pengukuran *Tubificidae*

Sumber : Dokumen Pribadi

Berdasarkan hasil pengidentifikasian dengan menggunakan buku identifikasi yang berjudul “*Aquatic Oligochaeta*” hewan yang ditemukan merupakan hewan cacing yang masuk ke dalam kelas *Oligochaeta*, yang berarti tubuhnya hanya terdapat sedikit setae. Berdasarkan ciri-ciri

⁶² J.A Easton, Liz Huselid dan Angel Abreu, *Invertebrate Identification Guide*, Ibid. h. 7.

⁶³ Klasifikasi Physidae “ (On-Line), tersedia di <https://animaldiversity.org/account/physidae> (23 september 2019)

morfologi, cacing yang ditemukan berasal dari famili *Tubificidae*. Ukuran tubuh cacing sekitar 2 cm dengan tubuh bewarna merah dan apabila merasa terganggu oleh keadaan sekitar akan bergelung.⁶⁴ Pada umumnya, jenis cacing ini menyukai substrat yang berlumpur, karenanya famili *Tubificidae* tergolong sebagai makrobentos jenis *deposit feeder*.⁶⁵

Kualitas suatu perairan dapat dilihat dari keanekaragaman makrobentos keseragaman hingga dominansi makrobentos yang berada di perairan tersebut. Hal ini menjadikan data hasil makrobentos yang telah diidentifikasi dikaitkan dengan indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman Shannon-Wiener dan indeks dominansi Simpson guna untuk melihat kondisi air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung.

a. Indeks Keanekaragaman

Berdasarkan hasil analisis nilai indeks keanekaragaman dengan menggunakan rumus indeks Shannon-wiener di dapat hasil pada stasiun I nilai indeks keanekaragaman $H' = 0,58$, nilai ini menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman yang terdapat di stasiun I adalah rendah. Pada stasiun II dan III menunjukkan nilai indeks keanekaragaman mencapai $H' = 1$, nilai ini menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman yang berada di stasiun II dan III adalah sedang. Secara keseluruhan, dapat dikatakan

⁶⁴ R O Brinkhurst, *Aquatic Oligochaeta* (British: Freshwater Biological Association, 1971).

⁶⁵ Klasifikasi Tubificidae “ (On-Line), tersedia di <https://animaldiversity.org/account/tubificidae> (23 september 2019)

bahwa Sungai Way Kedamaian memiliki nilai indeks keanekaragaman yang sedang.

Nilai indeks keanekaragaman biota di Sungai Way Kedamaian menunjukkan bahwa keadaan sungai sudah mulai mengalami tekanan ekologis dan kestabilan ekosistem disungai tersebut mulai menurun, sehingga komunitas makrobentos yang hidup disungai mulai mengalami penurunan dalam penyebarannya. Tekanan ekologis yang terjadi di Sungai Way Kedamaian diduga kuat berasal dari aktivitas keseharian warga. Hal ini telah dibuktikan, pada saat pengambilan yang dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 07.00 WIB kondisi Sungai Way Kedamaian banyak terdapat sampah yang menyangkut di bebatuan sungai serta banyaknya buih-buih yang berasal dari hasil pembuangan limbah rumah tangga yang dialirkan dari rumah warga menuju aliran sungai dengan menggunakan paralon. Air limbah ini apabila masuk kedalam sungai dalam jumlah yang banyak, akan mengganggu produktivitas dari komunitas makrobentos.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ferry Faomasi Daeli tentang “Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Pulau Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau” yaitu, hasil perolehan nilai indeks keanekaragaman di wilayah tersebut berkisar $H' = 1,55 - 1,89$ dengan status keanekaragaman sedang, karena dengan nilai indeks tersebut menandakan bahwa wilayah stasiun telah mengalami tekanan yang berasal dari bahan pencemar yang masuk ke air dan

mempengaruhi keanekaragaman komunitas bentos.⁶⁶ Sehingga, kondisi Sungai Way Kedamaian dengan nilai indeks keanekaragaman $H' = 1$ dapat dinyatakan ke dalam katagori tercemar sedang. Semakin suatu wilayah mengalami tekanan ekologis, maka keanekaragaman spesies akan semakin sedikit. Sebaliknya, apabila semakin stabil suatu wilayah, maka tingkat keanekeragaman spesies akan semakin banyak.⁶⁷

b. Indeks Keseragaman

Berdasarkan hasil analisis nilai indeks keseragaman dengan menggunakan rumus indeks Shannon-wiener, didapat hasil nilai indeks keseragaman semua stasiun berkisar $E = 0,85$ sampai dengan $E = 0,95$. Nilai indeks ini mengartikan bahwa keseragaman di setiap stasiun tergolong rendah dan penyebaran setiap spesies di masing-masing stasiun mulai tidak merata. Hal ini sesuai dengan teori yang dikutip oleh Vivin Alfiana Yulia Pratami, dkk di dalam jurnalnya yang berjudul “Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa timur” bahwa apabila nilai indeks keseragaman di suatu wilayah yang diperoleh $E < 1$ mengartikan bahwa keseragaman yang dimiliki rendah dan persebaran dari spesies mulai tidak merata dan apabila nilai indeks keseragaman di suatu wilayah yang diperoleh $E > 1$

⁶⁶ Ferry Faomasi Daeli, Fahmi Yandri, dan Dony Apdillah ‘Keanekaragaman Makrozoobentos Di Perairan Pulau Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau’, *Jurnal Kelautan*, (2015), h.7.

⁶⁷ Moh Dahri Kisma, Achamd Ramadhan dan Muchlis Djirimu, ‘Jenis Jenis Dan Keanekaragaman Bivalvia Di Perairan Laut Pulau Maputi Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala Dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Biologi’, *Jurnal E-Jipbiol* Vol 4 No.1 (2016), h. 11.

berarti keseragaman yang dimiliki tinggi dan persebaran spesies di wilayah tersebut merata.⁶⁸

Nilai indeks keseragaman yang rendah di Sungai Way Kedamaian menandakan bahwa biota-biota yang berada di wilayah tersebut kurang toleran terhadap bahan pencemar yang masuk ke air. Apabila suatu komunitas biota tidak cukup toleransi terhadap bahan pencemar yang masuk ke sungai, maka dapat menyebabkan komunitas ini berpindah tempat ke wilayah yang sedikit bahan pencemar atau ke wilayah yang memiliki bahan pencemar, namun masih dapat ditoleransi oleh komunitas biota tersebut.

Hal ini sesuai dengan teori, dimana makrobentos dapat berpindah tempat sesuai sifat tolerannya terhadap jenis bahan pencemar dan berdasarkan sifat toleransi terhadap bahan pencemar dibedakan menjadi 3 jenis yaitu bentos intoleran, dimana jenis bentos ini hanya dapat hidup di wilayah perairan yang belum tercemar atau tercemar ringan karena memiliki toleransi rendah terhadap bahan-bahan yang masuk ke dasar air. Kedua, jenis bentos toleran yaitu bentos yang dasarnya mampu hidup di perairan yang tercemar berat dengan kepadatan tinggi, karena memiliki daya toleran yang tinggi terhadap bahan-bahan pencemar. Ketiga, jenis bentos fakultatif yaitu bentos ini mampu hidup dengan daya toleran yang

⁶⁸ Vivin Alfiana Yulia Pratami, Prabang Setyono dan Sunarto 'Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos Di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur', *Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, (Agustus, 2018), h. 138.

sedang terhadap bahan pencemar, sehingga bentos dapat hidup dan berkembang pada kondisi tercemar sedang hingga berat sekalipun.⁶⁹

c. Indeks Dominansi

Berdasarkan hasil analisis data untuk indeks dominansi, yaitu nilai indeks dominansi yang didapat pada sampel pertama dan kedua rata-rata pada setiap stasiun memiliki nilai indeks dominansi berkisar antara 0,36 hingga 0,60. Hal ini menunjukkan bahwa indeks dominansi yang terjadi di Sungai Way Kedamaian adalah sedang dan ada suatu jenis spesies yang mulai mendominasi. Dapat dilihat pada tabel 4.1 jumlah makrobentos yang ditemukan, dari setiap stasiun hewan yang banyak ditemukan adalah kelas *Gastropoda*, yaitu famili *Physidae* dan *Lymnaeidae*.

Banyaknya hewan gastropoda yang ditemukan di Sungai Way Kedamaian disebabkan karena wilayah sungai Way Kedamaian memiliki tipe substrat berbatu, sehingga hal tersebut menjadi tempat yang cocok bagi hewan gastropoda untuk melekatkan diri pada batuan untuk bertahan di arus air. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ira, Rahmadani dan Nur Irawati tentang “Keanekaragaman dan Kepadatan Gastropoda di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara” yang menjelaskan bahwa hewan gastropoda sangat menyukai tipe substrat yang berbatu. Tipe substrat ini dapat

⁶⁹ Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, Ibid, h. 102.

dijadikan tempat berlindung bagi hewan-hewan gastropoda dari kuatnya arus air di Perairan Desa Morindo. Selain itu, hewan gastropoda juga memiliki cangkang yang berguna untuk melindungi diri dari berbagai macam gangguan sehingga keberadaannya selalu melimpah.⁷⁰

Selain itu, hewan gastropoda juga merupakan hewan yang tergolong ke dalam jenis hewan yang toleran terhadap bahan pencemar. Sebagaimana yang dikutip oleh Teguh Santoso dalam Faminella dan Flynn yang mengelompokkan hewan berdasarkan kepekaan terhadap bahan pencemar yang dibagi menjadi 3 kelompok diantaranya⁷¹ :

- a. Kelompok intoleran : Ordo Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera
- b. Kelompok toleran : Famili Simuliidae, Chironomidae, Tanyponidae, Hirudinae, Gastropoda, Oligochaeta dan Turbellaria
- c. Kelompok Fakultatif : Ordo Coleoptera, Odonata, Amphipoda, Pelecypoda

Peristiwa dominansi dapat terjadi ketika suatu komunitas makrobentos dapat resisten terhadap suatu bahan yang berbahaya. Penggunaan makrobentos dalam indikator biologi dikarenakan bahwa, sifat makrobentos yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ditempati. Ketika suatu wilayah mendapatkan tekanan ekologis

⁷⁰ Ira, Rahmadani and Nur Irawati, 'Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara', *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, (2015), h. 268.

⁷¹ Faminella dan Flynn, *The Alabama Watershed Demonstration Project: Biotic Indicators of Water Quality* (Alabama: Auburn University, 1999), dikutip oleh Teguh Santoso, "Skripsi : Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Di Sungai Way Belau Bandar Lampung" (Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2017), h. 37.

yang berasal dari aktifitas manusia seperti limbah pencemar, maka makrobentos yang bersifat toleran terhadap limbah pencemar akan bertahan dan berkembangbiak secara terus menerus. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Ridwan, dkk tentang “ Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten” dimana hasil perolehan nilai indeks dominansi berkisar 0,149-0,457. Nilai indeks ini menandakan dominansi yang terjadi sedang dan nilai ini menunjukkan bahwa setiap jenis bentos memiliki kemampuan yang berbeda dalam beradaptasi terhadap jenis bahan pencemar. Terjadinya peristiwa dominansi di suatu wilayah disebabkan karena faktor kecocokan suatu jenis spesies terhadap suatu kondisi lingkungan, sehingga hal tersebut dapat memberikan dampak yang positif bagi laju pertumbuhan dan perkembangbiakan dari spesies itu sendiri.⁷²

Dengan demikian, hasil perolehan indeks keanekaragaman yang mencapai $H' = 1$ yang berarti keanekaragaman hewan yang terdapat di Sungai Way Kedamaian tergolong sedang dengan nilai indeks keseragaman mencapai $E = 0,95$ menandakan bahwa hewan-hewan tersebut penyebarannya tidak merata dan kondisi lingkungan cenderung labil, sehingga peluang untuk terjadinya dominansi oleh suatu spesies ada namun tidak terlalu besar, dikarenakan perolehan nilai indeks dominansi pada masing-masing stasiun di Sungai Way Kedamaian berkisar 0,36-

⁷² Muhammad Ridwan, dkk ‘Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten’, *Jurnal Biologi*, Vol 9 No.1 (2016), h. 62.

0,60. Perolehan data ini menunjukkan bahwa kondisi Sungai Way Kedamaian tergolong tercemar sedang.

Di dalam jurnal penelitian yang dilakukan oleh Edward Alfin tentang “Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Pamulang” menjelaskan bahwa nilai indeks keseragaman yang diperoleh kurang dari 1 menyatakan bahwa komunitas hewan dalam kondisi yang tidak stabil. Hal ini menandakan bahwa tempat yang diteliti oleh hewan-hewan tersebut dalam sudah mulai mengalami tekanan sehingga kondisi menjadi labil. apabila nilai indeks dominansi yang diperoleh <1 menandakan bahwa peristiwa pendominasian mulai terjadi tetapi tidak secara ekstrim.⁷³

Teori odum menjelaskan bahwa kestabilan komunitas di dalam suatu ekosistem tidak menjadi patokan tinggi atau rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis. Kestabilan ini mengartikan bahwa hewan-hewan yang menempati tempat tersebut memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap gangguan seperti bahan pencemar.⁷⁴

2. Indikator fisika

a. Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada stasiun I, II dan III menunjukkan hasil yang sama, yakni berkisar 26,5°C. Pada penelitian ini,

⁷³ Edward Alfin, ‘Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Situ Pamulang’, *Jurnal Biologi*, (2014), h. 72.

⁷⁴ Eugene P. Odum, *Dasar-Dasar Ekologi* (London: W.B Saunders, 1971), h. 56.

hasil yang didapat disesuaikan dengan standar baku mutu air yang ditetapkan pada PP. No. 82 Tahun 2001. Pada peraturan tersebut, suhu air maksimum pada batas 38°C, mengartikan bahwa hasil yang didapat pada penelitian ini masih sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan di standar baku mutu air.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muhammad Irwan, dkk tentang “Kondisi Fisik Kimia Air Sungai yang Bermuara di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari” dimana hasil suhu yang diperoleh berkisar 26,6°C dan suhu ini masih masuk ke dalam katagori normal bagi kehidupan biota air.⁷⁵

Di dalam suatu teori dijelaskan bahwa, terjadinya perubahan suhu di air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu musim, kondisi cuaca, waktu hingga kedalaman air. Semakin dalam air, maka suhu akan semakin dingin. Hewan-hewan akuatik sangat sensitif saat suhu mulai mengalami perubahan.⁷⁶ Salah satu jurnal menjelaskan bahwa suhu yang baik untuk hewan akuatik yaitu sekitar 25°C sampai dengan 36°C.⁷⁷

⁷⁵ Muhammad Irwan, Alianto dan Yori Turu Toja ‘Kondisi Fisik Kimia Air Sungai Yang Bermuara Di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari’, *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, Vol 1 No. 1 (Mei, 2001), h. 86.

⁷⁶ Effendi, *Telaah Kualitas Air* (Bogor: IPB, 2003) h. 12.

⁷⁷ Dafiuddin Salim, Yuliyanto and Baharuddin, ‘Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan’, *Jurnal Enggano*, 2.2 (2017), h. 221.

b. Kecerahan

Hasil pengukuran kecerahan yang didapat pada semua stasiun berkisar antara 0,16 m sampai dengan 0,29 m. Hasil pengukuran ini sudah maksimum hingga menyentuh dasar sungai, dikarenakan kondisi sungai cukup dangkal. Berdasarkan ketentuan baku mutu air untuk kecerahan <6 m, maka hasil yang didapat masih dalam kriteria sungai tidak tercemar.

Kecerahan air sangat penting bagi kelangsungan hidup biota air. Di dalam suatu jurnal penelitian terdahulu yang diteliti oleh Halida Nuriya, dkk tentang “Analisis Parameter Fisika Kimia di Perairan Sumenep Bagian Timur dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5” menjelaskan bahwa kecerahan air dapat menggambarkan sejauh mana cahaya matahari dapat menembus masuk ke dalam air dan dapat dipergunakan bagi tumbuhan dalam melakukan fotosintesis. Hasil dari proses fotosintesis berupa oksigen, dapat dimanfaatkan biota air dan mikroorganisme dalam proses penguraian bahan pencemar melalui respirasi.⁷⁸

c. Kedalaman

Hasil pengukuran kedalaman pada stasiun II dan III yakni sedalam 0,29 m, sedangkan pada stasiun I hasil pengukuran yang didapat adalah 0,16 m. Dari hasil data keseluruhan, stasiun I menjadi lokasi terdangkal di Sungai Way Kedamaian, dikarenakan pada stasiun I lokasinya berdekatan dengan

⁷⁸ Halida Nuriya, Zainul Hidayah dan Achmad Fachruddin Syah, ‘Analisis Parameter Fisika Kimia Di Perairan Sumenep Bagian Timur Dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5’, *Jurnal Kelautan*, Vol 3. No 2 (Oktober, 2010), h. 133.

lokasi pertambangan batu di Gunung Camang. Apabila turun hujan, air akan membawa partikel-partikel pasir dari area pertambangan melalui selokan menuju ke sungai. Partikel-partikel pasir yang masuk dalam jumlah banyak akan mengendap dan menyebabkan pendangkalan di lokasi stasiun I. Kondisi wilayah sungai yang dangkal dapat menyebabkan beberapa dampak negatif seperti misalnya, daerah sungai menjadi rawan banjir. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan aliran permukaan sungai dan penyerapan air ke tanah berkurang akibat adanya partikel-partikel pasir yang menumpuk.

Seperti halnya hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Zulfahmi, N Nur Syam dan Jufriadi tentang “Dampak Sedimentasi Sungai Tallo Terhadap Kerawanan Banjir di Kota Makassar” menjelaskan bahwa penumpukan material di sungai dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai, penyempitan garis sungai, perubahan aliran hingga dapat menyebabkan banjir.⁷⁹

3. Indikator Kimia

a. pH

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang didapat setiap stasiun, yaitu pH= 7 menyatakan bahwa Sungai Way Kedamaian masih memiliki pH yang normal bagi biota air. Kadar ini masih sesuai dengan ketentuan baku mutu air pada PP No. 82 No.1, dimana batas pH 6 sampai 9. Biasanya,

⁷⁹ Zulfahmi, Nur Syam AS, dan Jufriadi ‘Dampak Sedimentasi Sungai Tallo Terhadap Kerawanan Banjir di Kota Makassar’, *Jurnal Plan Madani*, (2016) , h. 190.

hewan-hewan air seperti makrobentos sangat peka terhadap penurunan ataupun kenaikan derajat keasaman atau pH. Perubahan nilai pH dapat mengganggu proses metabolisme biota air, sebagaimana teori yang dikutip oleh Ahmad Gazali, Dwi Suheriyanto dan Romaidi di dalam jurnalnya yang berjudul “Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani Regulo di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru” yang menjelaskan bahwa air limbah yang berasal dari deterjen ataupun sabun yang bersifat basa akan meningkatkan kadar pH di dalam air dan peningkatan ini dapat menyebabkan kadar amoniak di dalam air menjadi meningkat dan pH dapat menuju ke kondisi asam apabila air tercampur dengan bahan-bahan organik. Peristiwa ini dapat menyebabkan timbulnya zat racun yang berbahaya bagi hewan-hewan air dan hal ini dapat menyebabkan terganggunya keanekaragaman, kelimpahan serta produktifitas dari makrobentos.⁸⁰ Sebagian besar hewan akuatik termasuk makrobentos dapat menyesuaikan diri di perairan yang bernilai pH 7 sampai dengan 8,5.⁸¹

b. DO (*Dissolved Oxygen*)

⁸⁰ Achmad Gazali, Dwi Suheriyanto dan Romaidi ‘Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Macrozoobenthos Biodiversity as Bioindicator of Water Quality in Ranu’, *Jurnal Biologi*, (2014),h. 89.

⁸¹ Razky Yatul Sidik, Irma Dewiyanti and Chitra Octavina, ‘Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya’, *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, (2016), h. 295.

DO merupakan oksigen terlarut di dalam air yang sangat dibutuhkan oleh organisme akuatik. Oksigen ini berasal dari hasil fotosintesis tumbuhan air dan dapat berasal dari udara di atas permukaan air. Pada pengujian kadar DO air Sungai Way Kedamaian, air dimasukkan ke dalam botol berukuran 1600 liter dan di bawa ke laboratorium. Berdasarkan data hasil analisis DO yang telah diuji di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Kota Bandar Lampung, stasiun I memiliki nilai DO sebesar 0,65 mg/l, stasiun II memiliki nilai DO sebesar 0,85 mg/l dan stasiun III memiliki kadar DO sebesar 0,70 mg/l. Dari data keseluruhan menunjukkan bahwa seluruh stasiun memiliki kadar DO yang sangat rendah, tidak sesuai dengan standar baku mutu PP No. 82 Tahun 2001 yaitu kadar DO minimal 3 mg/l. Data hasil uji DO yang didapat menyatakan bahwa kondisi Sungai Way Kedamaian tergolong tercemar dan tidak layak untuk ditempati oleh biota-biota air..

Hasil penelitian ini diperkuat dengan adanya penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Frandy Tulus Siahaan, dkk tentang “Analisis Parameter Fisika Kimia di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan”, dimana hasil pengujian kadar DO pada penelitian tersebut di 3 stasiun berkisar antara 0,26 mg/l sampai dengan 0,36 mg/l. Data tersebut mengartikan bahwa kadar DO yang dimiliki sangat rendah dan pada

kondisi ini wilayah danau buatan tersebut tidak baik untuk dijadikan tempat bagi kehidupan biota-biota air.⁸²

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, rendahnya kadar DO di Sungai Way Kedamaian disebabkan oleh air sungai yang keruh dan sampah yang menumpuk. Kedua faktor ini dapat menghalangi cahaya matahari yang hendak masuk menembus air dan menghambat udara yang berada di atas permukaan air untuk masuk kedalam air. Di dalam suatu teori dijelaskan bahwa DO dapat berasal dari hasil fotosintesis dari tanaman air dan fitoplankton, sehingga pada proses ini membutuhkan cahaya matahari. Apabila proses fotosintesis air terhambat, maka oksigen yang dihasilkan akan sedikit atau rendah. Hal ini dapat mengganggu produktivitas yang dilakukan oleh biota akuatik, seperti misalnya mikroorganisme yang bertugas menguraikan bahan pencemar yang masuk ke air. Proses penguraian ini membutuhkan oksigen yang cukup.⁸³ Semakin besar kadar oksigen yang terlarut di dalam air, maka kualitas air semakin baik.⁸⁴

c. BOD (*Biochemichal Oxygen Demand*)

Hasil analisis kadar BOD pada air Sungai Way Kedamaian, pada stasiun I memiliki kadar BOD sebesar 30 mg/l, pada stasiun II kadar BOD

⁸² Frandy Tulus Siahaan, Hesti Wahyuningsih dan Zulhan Apandy Harahap, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Air Di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan', *Jurnal Pertanian*, 2017, h. 10.

⁸³ Sapto Purnomo Putro.

⁸⁴ Siahaan, Hesti Wahyuningsih dan Zulhan Apandy Harahap, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Air Di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan', *Ibid* h. 10.

yang dimiliki sebesar 47 mg/l dan pada stasiun III kadar BOD yang dimiliki sebesar 18,5 mg/l. Berdasarkan hasil yang didapat, kadar BOD di Sungai Way Kedamaian tergolong tinggi dan tidak sesuai dengan baku mutu air PP No. 82 Tahun 2001 yang menetapkan batas maksimum BOD adalah 12 mg/l.

Kadar BOD tinggi menunjukkan bahwa bahan pencemar mudah terurai masuk ke air dalam jumlah yang banyak, dan oksigen terlarut yang digunakan untuk proses penguraian jumlahnya tidak sebanding dengan jumlah bahan pencemar yang masuk. Apabila organisme kekurangan oksigen terlarut untuk menguraikan keseluruhan bahan pencemar mudah terurai, maka akan terjadi penumpukan dan menyebabkan ekosistem sungai menjadi rusak. Hal serupa disampaikan oleh Frandy Tulus Siahaan, dkk di dalam jurnalnya yang berjudul “Analisis Parameter Fisika Kimia Air di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan” dimana kadar BOD yang tinggi dan melebihi batas baku mutu air yang telah ditetapkan oleh pemerintah No. 82 tahun 2001 disebabkan oleh masuknya bahan pencemar dalam jumlah yang melebihi batas sehingga peristiwa ini membutuhkan kadar oksigen terlarut yang sebanding dengan bahan pencemar yang masuk ke dalam danau.⁸⁵

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

⁸⁵ Siahaan, Hesti Wahyuningsih dan Zulhan Apandy Harahap, ‘Analisis Parameter Fisika Kimia Air Di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan’, *Ibid.* h. 11.

Hasil analisis kadar COD pada air Sungai Way Kedamaian yang diuji di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Kota Bandar Lampung, pada stasiun I memiliki kadar COD sebesar 82 mg/l, pada stasiun II kadar COD yang dimiliki sebesar 61,4 mg/l dan pada stasiun III kadar COD yang dimiliki sebesar 46 mg/l. Berdasarkan data ini, kadar COD di Sungai Way Kedamaian sedikit agak tinggi namun masih masuk ke dalam kriteria standar baku mutu air PP No. 82 Tahun 2001 yang ditetapkan yakni batas COD sebesar 100 mg/l.

Tingginya kadar COD disebabkan karena kurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme untuk menguraikan bahan pencemar yang sulit terurai. Bahan pencemar yang masuk, diuraikan oleh organisme secara kimiawi dengan menggunakan oksidator berupa kalium dikromat.⁸⁶ Sama halnya dengan BOD, kadar COD yang tidak diuraikan secara keseluruhan maka bahan pencemar tersebut akan menumpuk dan menyebabkan rusaknya ekosistem sungai beserta komunitas biota yang hidup. Hal serupa dinyatakan oleh Iin Ratih, Wahyu Prihanta dan Rr. Eko di dalam jurnalnya yang berjudul “Inventaris Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Biologi SMA Kelas X” bahwa kadar COD dapat menunjukkan konsentrasi bahan organik yang terkandung, sehingga membutuhkan oksigen yang sesuai dengan kebutuhan untuk melakukan proses

⁸⁶ Rukaesih ahmad.

penguraian. Peristiwa ini dapat menurunkan kadar DO yang berada di perairan tersebut.⁸⁷

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air berdasarkan indikator fisika dan kimia, kondisi Sungai Way Kedamaian sudah tergolong ke dalam kelas IV pada ketentuan baku mutu air PP. No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air yaitu sungai hanya boleh diperuntukan untuk mengairi tanaman. Pada PP. No. 82 tahun 2001 pasal 14 ayat 1 menjelaskan bahwa kondisi air dikatakan tercemar apabila kualitas mutu air tidak memenuhi standar baku mutu air yang telah ditetapkan, dan kondisi air dikatakan baik apabila kualitas mutu air memenuhi standar baku mutu air yang telah ditetapkan.⁸⁸

Berdasarkan hasil data keseluruhan yang meliputi indikator biologi, fisika maupun kimia terjadi perbedaan hasil pada masing-masing indikator. Hasil pengukuran indikator fisika masih masuk ke dalam kriteria baku mutu air dan menyatakan kondisi Sungai Way Kedamaian tergolong tidak tercemar, sedangkan hasil pengukuran kimia menunjukkan perbedaan dari setiap jenis parameter. Hasil pengukuran pH menyatakan bahwa kondisi sungai Way Kedamaian masih sesuai dengan Ketentuan Baku Mutu Air No. 82 Tahun 2001 dan kondisi air menurut pH tidak tercemar, hasil pengukuran DO dan BOD menyatakan bahwa kondisi Sungai Way kedamaian sudah tidak sesuai dengan peruntukannya dan

⁸⁷ Wahyu Prihanta dan Rr. Eko Susetyarini Iin Ratih, 'Inventaris Keanekaragaman Makrozoobentos Di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Biologi SMA Kelas X', *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, (2015), h. 165.

⁸⁸ Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 'Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air', No. 82 (2001), h. 5.

hasil pengukuran COD menyatakan bahwa kondisi Sungai Way Kedamaian masih sesuai dengan ketentuan baku mutu air.

Perbedaan hasil indikator fisika dan kimia menggambarkan bahwa indikator ini dipengaruhi oleh faktor alam yang dalam jangka waktu pendek mudah sekali untuk berubah. Data fisika dan kimia yang diperoleh menunjukkan hasil yang tidak akurat, sedangkan ditinjau dari keanekaragaman makrobentos menunjukkan bahwa Sungai Way Kedamaian berstatus tercemar sedang. Penggunaan makrobentos sebagai indikator biologi memiliki keakuratan yang tinggi, karena sifat makrobentos yang peka terhadap perubahan lingkungan, hidupnya yang relatif menetap dan memiliki pergerakan yang sangat lambat. Artinya, makrobentos baru dapat mengalami perubahan apabila terpapar bahan pencemar dalam jangka waktu yang panjang.

Hal ini didukung dengan adanya pernyataan di salah satu jurnal penelitian oleh Muhammad Ridwan mengenai tentang “Struktur Komunitas Makrozoobentos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Dua, Serang Banten” yang menjelaskan bahwa, pengukuran indikator fisika dan kimia kurang memberikan gambaran yang sesungguhnya dari kualitas suatu perairan, dan dapat memberikan penyimpangan-penyimpangan yang kurang menguntungkan, karena hasil pengukurannya dapat berubah dipengaruhi oleh keadaan sesaat dan sedangkan indikator biologi dengan

menggunakan analisis bentos dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kualitas perairan.⁸⁹

Selain itu, adanya teori yang menjelaskan bahwa makrobentos sebagai organisme monitoring memiliki persebaran yang cukup luas di ekosistem perairan, masa hidupnya lama dan tidak mudah berpindah tempat apabila wilayah yang ditempati terkena bahan pencemar. Artinya, penggunaan makrobentos dapat memperkuat hasil penilaian kualitas air di suatu perairan.⁹⁰

⁸⁹ Muhammad Ridwan, dkk 'Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten', *Ibid.* h. 58.

⁹⁰ Putro, *Metode Sampling Penelitian Makrobentos*, *Ibid.* h.3.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data serta pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Indeks keanekaragaman yang diperoleh di Sungai Way Kedamaian bernilai $H' = 1$ mengartikan bahwa, indeks keanekaragaman makrozoobentos yang berada di sungai tersebut tergolong sedang.
2. Tingkat pencemaran Sungai Way Kedamaian yang terjadi ditinjau dari indikator biologi, kondisi Sungai Way Kedamaian tergolong tercemar sedang.

B. Saran

Sebagai penutup, ada beberapa hal yang dapat disarankan :

1. Perlu adanya kesadaran diri bagi kita semua untuk berempati terhadap lingkungan dengan cara menjaga lingkungan sekitar dan tidak membuang sampah ke aliran Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung
2. Perlu adanya penelitian secara berkala guna memantau perubahan baik secara fisik dan fungsional di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Gazali, Dwi Suheriyanto dan Romaidi, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Macrozoobenthos Biodiversity as Bioindicator of Water Quality in Ranu', *Jurnal Biologi*, 2014
- Adun Rusyana, *Zoologi Invertebrata* (Bandung: Alfabeta, 2013)
- Agus Sutanto dan Purwasih, 'Analisis Kualitas Perairan Sungai Raman Desa Pujodadi Trimurjo Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Pada Materi Ekosistem', 3 (2012)
- Amanda Apriliano, dkk, 'Keanekaragaman Burung Di Kampus Uin Raden Intan Lampung', *Biosfer Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 9 (2018)
- Andria Oktarina dan Tati Suryati Syamsudin, 'Keanekaragaman Dan Distribusi Makrozoobentos Di Perairan Lotik Dan Lentik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor Sumedang, Jawa Barat', *Jurnal Bioedukasi*, 1 (2015)
- Aqil Mushthofa, Max Rudolf Muskananfolo dan Siti Rudiyantri, 'Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak', *Jurnal Of Maquares*, 3 (2014)
- Arie Herlambang, 'Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2006
- Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014)
- Chairul Anwar, *Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer* (Yogyakarta: Diva Press, 2017)
- Dafiuddin Salim, Yuliyanto dan Baharuddin, 'Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan', *Jurnal Enggano*, 2 (2017)
- Dyah Muji Rahayu, dkk, 'Penggunaan Makrozoobentos Sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisadane , Bogor (The Use of Macrozoobenthos as Indicator of Up-Stream Segment of Cisadane River , Bogor)', *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20 (2015)

- Edward Alfin, 'Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Situ Pamulang', *Jurnal Biologi*, 2014,
- Effendi, *Telaah Kualitas Air* (Bogor: IPB, 2003)
- Endar Budi Sasongko, Endang Widyastuti dan Rawuh Edy Priyono, 'Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2014
- Eugene P. Odum, *Dasar-Dasar Ekologi* (London: W.B Saunders, 1971)
- Ferry Faomasi Daeli, Fahmi Yandri, Dony Apdillah, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Perairan Pulau Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau', *Jurnal Kelautan*, 2015
- Frandy Tulus Siahaan, Hesti Wahyuningsih dan Zulham Apandy Harahap, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Air Di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan', *Jurnal Pertanian*, 2017
- Halida Nuriya, Zainul Hidayah dan Achmad Fachruddin Syah, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Di Perairan Sumenep Bagian Timur Dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5', *Jurnal Kelautan*, 3 (2010)
- Hamdani Rachman, Agus Priyono dan Yusli Mardianto, 'Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Di SUB DAS Ciliwung Hulu', *Jurnal Media Konservasi*, 21 (2017)
- In Ratih, Wahyu Prihanta dan Rr. Eko Susetyarini, 'Inventaris Keanekaragaman Makrozoobentos Di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Biologi SMA Kelas X', *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2015,
- Ira, Rahmadani, dan Nur Irawati, 'Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara', *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, 2014
- Iwan Muhamad Purnama, Zaenal Abidin dan Edi Junaedi, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakiaan Palutungan', *Jurnal Bioedukasi*, 2015,
- J.A Easton, Liz Huselid dan Angel Abreu, *Invertebrate Identification Guide* (Florida: Florida International University, 2012)
- Laili, C. M, *Biological Oceanographi: An Introvtion*, T. R. Parsons (New York: Pargamon Press, 1993)
- Mahyudin, and Soemarno dan Tri Budi Prayoga, 'Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro Di Kota Kepanjen

- Kabupaten Malang', *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 2015,
- Manihar Situmorang, *Kimia Lingkungan* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017)
- Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007)
- Moh Dahri Kisman, Achmad Ramadhan dan Muchlis Djirimu, 'Jenis Jenis Dan Keanekaragaman Bivalvia Di Perairan Laut Pulau Maputi Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala Dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Biologi', 4 (2016)
- Muhammad Irwan, Alianto dan Yori Turu Toja, 'Kondisi Fisik Kimia Air Sungai Yang Bermuara Di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari', *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1 (2001)
- Muhammad Ridwan, dkk, 'Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten', *Jurnal Biologi*, 9 (2016)
- Mukayat Djarubito Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar* (Jakarta: Erlangga, 1989)
- Nisrina Arifatul Izzah dan Efri Roziaty, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara', *Jurnal Bioeksperimen*, 2016
- Nur El Fajri, 'Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau Dari Sifat Fisik Kimia Dan Makrozoobentos', *Jurnal Perikanan Terubuk*, 2013
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 'Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air', 2001
- Philip Kristanto, *Ekologi Industri* (Yogyakarta: ANDI, 2002)
- Razky Yatul Sidik, Irma Dewiyanti dan Chitra Octavina, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2016
- Revis Asra, 'Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Dari Kualitas Air Di Sungai Kumpeh Dan Danau Arang-Arang Kabupaten Muaro Jambi', *Jurnal Biospecies*, 2 (2009)
- RO Brinkhurst, *Aquatic Oligochaeta* (British: Freshwater Biological Association, 1971)
- Rukaesih ahmad, *Kimia Lingkungan* (Jakarta: ANDI, 2004)
- Sapto Purnomo Putro, *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos Dan*

Aplikasinya (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014)

Seowarno, *Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013)

Sernando Rizky Nangin, Marnix L. Langoy dan Deidy Y. Katili, 'Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Dalam', *Jurnal Mipa Unstrat*, 4 (2015)

Setyobudiandi, *Makrozoobentos* (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 1997)

Sinta Ramadhania Putri Maresi, Priyanti dan Etyun Yunita, 'Fitoplankton Sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan Di Situ Bulakan Kota Tangerang', *Jurnal Biologi*, 8 (2015)

Suci Wulan Pawhestri, Jafron W. Hidayat dan Sapto P. Putro, 'Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindikator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABS) Curves', *International Journal of Science*, 8 (2015)

Suwignyo, dkk, *Avertebrata Air Jilid 1* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2005)

Teguh Santoso, 'Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Di Sungai Way Belau Bandar Lampung' (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017)

Vivin Alfiana Yulia Pratami, Prabang Setyono dan Sunarto, 'Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos Di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur', *Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 2018,

Yanney Ewussie, *Pengantar Ekologi Tropika* (Bandung: Penerbit ITB, 1990)

Yoga Prayan A, Bambang Suharto dan Bambang Rahadi W, 'Analisa Kualitas Perairan Sungai Klintar Nganjuk Berdasarkan Parameter Biologi (Plankton)', *Jurnal Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 2015

Zoer'aini Djamal Irwan, *Prinsip-Prinsip Ekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2014)

Zulfahmi, Nur Syam AS, dan Jufriadi, 'Dampak Sedimentasi Sungai Tallo Terhadap Kerawanan Banjir Di Kota Makassar', *Jurnal Plano Madani*, 5 (2016),

Lampiran 1

ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Mikroskop Stereo



Toples besar



Toples kecil



Botol Air



Termometer



Tongkat Kayu



Paralon



Secchi Disk



Pinset



Cawan Petri



pH meter



Saringan



Lakban



Etanol 70%



Formalin 4%

Lampiran 2

DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengukuran kedalaman sampel 1



Pengukuran kedalaman sampel 2



Pengukuran kecerahan sampel 1



Pengukuran kecerahan sampel 2



Pengukuran pH sampel 1



Pengukuran pH sampel 2



Pengambilan sedimen sampel 1



Pengambilan sedimen sampel 2



Pengukuran suhu sampel 1



Pengukuran suhu sampel 2



Pengambilan sampel air 1



Pengambilan sampel air 2



Proses penyaringan sampel



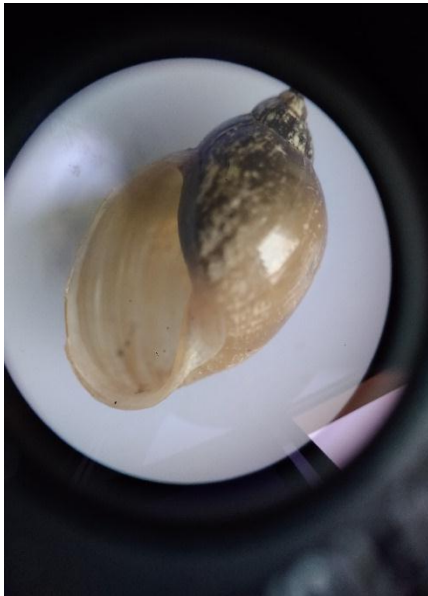
Pengidentifikasian Makrobentos

Lampiran 3

DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN MAKROBENTOS



Famili *Lymnaeidae*



Famili *Physidae*



Famili *Tubificidae*

Lampiran 4

PERHITUNGAN INDIKATOR BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA**1. Indikator Biologi**

Stasiun I

a. Sampel Pertama

no	Famili	Jumlah Individu (ni)	Jumlah Jenis (S)	ln S	Pi (ni/N)	H' (Pi ln Pi)	E (H/ ln S)	C (Pi ²)
1	Lymnaeidae	2	2	0,69	0,2	0,32	0,46	0,04
2	Physidae	8			0,8	0,17	0,25	0,64
Jumlah Keseluruhan (N)		10				0,50	0,72	0,68

b. Sampel Kedua

no	Famili	Jumlah Individu (ni)	Jumlah Jenis (S)	ln S	Pi (ni/N)	H' (Pi ln Pi)	E (H'/ln S)	C (Pi ²)
1	Lymnaeidae	6	2	0,69	0,6	0,30	0,44	0,36
2	Physidae	4			0,4	0,36	0,52	0,16
Jumlah Keseluruhan (N)		10				0,67	0,97	0,52

Stasiun II

a. Sample Pertama

no	Famili	Jumlah Individu (ni)	Jumlah Jenis (S)	ln S	Pi (ni/N)	H' (Pi ln Pi)	E (H'/ln S)	C (Pi ²)
1	Lymnaeidae	5	3	1,09	0,21	0,33	0,30	0,04
2	Physidae	12			0,52	0,33	0,30	0,27
3	Tubificidae	6			0,26	0,35	0,31	0,06
Jumlah Keseluruhan (N)		23				1,02	0,93	0,38

b. Sampel Kedua

No	Famili	Jumlah Individu (ni)	Jumlah Jenis (S)	ln S	Pi (ni/N)	H' (Pi ln Pi)	E (H'/ln S)	C (Pi ²)
1	Lymnaeidae	8	3	1,09	0,57	0,31	0,29	0,32
2	Physidae	4			0,28	0,35	0,32	0,08
3	Tubificidae	2			0,14	0,27	0,25	0,02
Jumlah Keseluruhan (N)		14				0,95	0,86	0,42

Stasiun III

a. Sampel Pertama

no	Famili	Jumlah Individu (ni)	Jumlah Jenis (S)	ln S	Pi (ni/N)	H' (Pi ln Pi)	E (H'/ln S)	C (Pi ²)
1	Lymnaeidae	3	3	1,09	0,15	0,29	0,26	0,02
2	Physidae	8			0,42	0,36	0,33	0,17
3	Tubificidae	8			0,42	0,36	0,33	0,17
Jumlah Keseluruhan (N)		19				1,01	0,92	0,37

b. Sampel Kedua

no	Famili	Jumlah	Jumlah	ln S	Pi	H'	E	C
----	--------	--------	--------	------	----	----	---	---

		Individu (ni)	Jenis (S)		(ni/N)	(Pi ln Pi)	(H'/ln S)	(Pi ²)
1	Lymnaeidae	2	3	1,09	0,28	0,35	0,32	0,08
2	Physidae	2			0,28	0,35	0,32	0,08
3	Tubificidae	3			0,42	0,36	0,33	0,18
Jumlah Keseluruhan (N)		7				1,07	0,98	0,34

2. Indikator Fisika

Stasiun	Suhu (°C)			Kedalaman (m)			Kecerahan(m)		
	SP	SK	RATA RATA	SP	SK	RATA RATA	SP	SK	RATA RATA
I	27	26	26,5	0,087	0,245	0,166	0,087	0,245	0,166
II	27	26	26,5	0,25	0,333	0,2915	0,25	0,333	0,2915
III	26	27	26,5	0,22	0,37	0,295	0,22	0,37	0,295

3. Indikator Kimia

Stasiun	pH			DO (mg/l)			BOD (mg/l)			COD (mg/l)		
	SP	SK	RATA RATA	SP	SK	RATA RATA	SP	SK	RATA RATA	SP	SK	RATA RATA
I	7	7	7	0,5	0,8	0,65	33	27	30	124	40	82
II	7	7	7	0,8	0,9	0,85	73	21	47	82,8	40	61,4
III	7	7	7	0,5	0,9	0,7	12	25	18,5	12	80	46

Keterangan :

SP : Sampel Pertama

SK : Sampel Kedua

